

Aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg
Prof. Dr. med. Hermann Krimmer

**Resektionsarthroplastik versus Arthrodeese des Daumensattelgelenkes
bei jungen, handwerklich tätigen Patienten mit Rhizarthrose**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Jochen Lavorante
aus Ravensburg
Würzburg, März 2014

Referent: Prof. Dr. med. Hermann Krimmer
Koreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert
Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 31.07.2015

Der Promovend ist Arzt

Gewidmet meinen Eltern und Myriam.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	- 1 -
1.1.	Grundlagen und Fragestellung	- 1 -
1.2.	Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenkes	- 2 -
1.3.	Epidemiologie der Rhizarthrose	- 8 -
1.4.	Ätiologie der Rhizarthrose	- 10 -
1.5.	Pathogenese der Rhizarthrose.....	- 13 -
1.6.	Diagnostik der Rhizarthrose und Stadieneinteilung	- 20 -
1.7.	Konservative Therapie	- 29 -
1.8.	Operative Therapie	- 32 -
1.8.1.	Denervation des Daumensattelgelenkes	- 33 -
1.8.2.	Arthroskopie des Daumensattelgelenkes	- 33 -
1.8.3.	Bandplastiken am Daumensattelgelenk	- 35 -
1.8.4.	Osteotomie des Metakarpale I und des Trapeziums	- 36 -
1.8.5.	Endoprothesen und Spacer für das Daumensattelgelenk	- 38 -
1.8.6.	Arthrodesese des Daumensattelgelenkes	- 45 -
1.8.7.	Resektionsarthroplastiken am Daumensattelgelenk.....	- 48 -
1.8.8.	Operationen am Daumengrundgelenk	- 54 -
1.8.9.	Vergleich der Operationsverfahren	- 55 -
2.	Material und Methoden	- 60 -
2.1.	Operationsverfahren	- 60 -
2.2.	Patientenkollektive und Studienpatienten	- 61 -
2.3.	Datenerhebung	- 67 -
2.4.	Datenauswertung und Darstellung.....	- 70 -
3.	Ergebnisse.....	- 73 -

3.1.	Daten aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg.....	- 73 -
3.2.	Daten aus der Klink für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale	- 82 -
3.3.	Daten aller Studienpatienten aus beiden Kliniken	- 86 -
4.	Diskussion	- 102 -
4.	Zusammenfassung.....	- 112 -
5.	Anhang.....	- 113 -
6.	Literaturverzeichnis	- 120 -
	Danksagung	- 137 -
	Lebenslauf.....	- 138 -

1. Einleitung

1.1. Grundlagen und Fragestellung

„Ein auffallendes Charakteristikum der menschlichen Hand ist der opponierbare Daumen. Erst durch seine Beweglichkeit und Kraft ist der vollkommene Wert der Hand sichergestellt [...] Erst durch die Opponierbarkeit wird die differenzierte Greiffähigkeit der menschlichen Hand ermöglicht.“ Grundlage dieser einzigartigen Beweglichkeit ist das Daumensattelgelenk.[1]

Die degenerative arthrotische Veränderung des Daumensattelgelenkes ist häufig und wird als Rhizarthrose bezeichnet (altgriechisch *rhiza* = Wurzel).[2] Die Rhizarthrose tritt meist als primäre Arthrose auf und betrifft überwiegend Frauen mittleren und höheren Alters. Dennoch sind auch jüngere Menschen davon betroffen.[3]

Die Behandlung der Rhizarthrose umfasst ein breites Spektrum an konservativen und operativen Verfahren. Während die Behandlung von symptomatischen Patienten mittleren und höheren Alters hinreichend untersucht und belegt ist, bereitet die Therapieplanung bei jüngeren und insbesondere handwerklich arbeitenden Patienten mitunter Schwierigkeiten.[4][5][6]

Ziel der vorliegenden retrospektiven Multicenter-Studie soll die Beantwortung der Frage sein, welches operative Verfahren jungen, handwerklich tätigen Patienten angeboten werden kann, die von einer symptomatischen Rhizarthrose betroffen sind. Konkret werden die Ergebnisse nach Arthrodesen und nach Resektionsarthroplastiken des Sattelgelenkes verglichen.

Während die Resektionsarthroplastik typischerweise älteren Patienten angeboten wird, wird jungen Patienten neben einer endoprothetischen Versorgung häufiger eine Arthrodesen empfohlen. Ist diese Zuordnung tatsächlich sinnvoll?

1.2. Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenkes

Das Daumensattelgelenk (*Articulatio carpometacarpalis pollicis*, engl. *trapezio-metacarpal joint* [7]) wird distal von der Basis des Os metacarpale I (im Folgenden wie im klinischen Sprachgebrauch gebräuchlich *Metakarpale I* genannt) und proximal vom Os trapezium (im Folgenden *Trapezium* genannt) gebildet.

Die distale Gelenkfläche des Trapeziums ist in dorso-palmarer Richtung deutlich konvex und in radio-ulnarer Richtung leicht konkav gebogen, diese **Form erinnert an einen Sattel**. [8] Die Basis des Metakarpale I ist in gegensätzlicher Weise geformt. Jedoch ist sie stärker gekrümmt als die Gelenkfläche des Trapeziums, so dass das Sattelgelenk inkongruent ist – insbesondere in Neutralposition und in dorso-palmarer Richtung. [9][10][11][12][13]

Das Trapezium ist bei Frauen flacher geformt als bei Männern, wodurch ihr Sattelgelenk insgesamt noch weniger kongruent ist als das von Männern. [14][15][16]

Marzke beschrieb in einer anthropologischen Studie das Daumensattelgelenk des modernen Menschen als ausreichend flach um einen hohen Grad an Beweglichkeit zu ermöglichen und als ausreichend gekrümmt um Stabilität beim Präzisions- und Kraftgriff zu gewährleisten. [17]

Diese **einzigartige Geometrie des Sattelgelenkes** ermöglicht dem Daumen eine große Beweglichkeit. Die gesamte Maximalbewegung des dreigliedrigen Daumenstrahls wird dabei als *Zirkumduktion* [10] bezeichnet. Die Endpositionen dieser Bewegung sind die Flexion-Adduktion und die Retroposition. Während der Zirkumduktion durchläuft der Daumen die Opposition, die palmare Abduktion und die radiale Abduktion. Im Sattelgelenk kommt es dabei zu kombinierten Bewegungen von Abduktion-Adduktion, Flexion-Extension und Pronation-Supination (Rotation). [1]

Die **Bewegungen im Sattelgelenk sind komplex**. Bei der Zirkumduktion gibt es keinen festen Drehpunkt innerhalb des Gelenkes, dieser ändert seine Position je nach Gelenkstellung und liegt variabel zwischen Punkten im Trapezium und in der Basis des Metakarpale I. [18][19] Deshalb lässt sich die Kinematik des Sattelgelenkes nicht mit

der eines Scharnier- oder Kugelgelenkes vergleichen. Sattelgelenke bilden eine eigene Entität.[18]

Die **Stabilisierung des Daumensattelgelenkes** erfolgt durch Bandstrukturen (statisch) und durch die intrinsische ¹ und extrinsische ² Daumenmuskulatur (dynamisch).[12][20] Die Muskulatur dient somit nicht nur der aktiven Beweglichkeit des Daumens, sondern auch der Stabilisierung der Gelenke unter Belastung. Zusätzlich wird die breite Sehne des M. abductor pollicis longus als weiterer externer Stabilisator des Sattelgelenkes gesehen.[21]

In mehreren anatomischen Studien wurden die **Bänder des Sattelgelenkes** und des Trapeziums untersucht und stetig genauer differenziert.[10][13][22][23][24][25][26][27][28][29] Dabei wurde den einzelnen Bändern eine unterschiedliche Bedeutung für die Stabilisierung des Sattelgelenkes beigemessen, zudem wurden unterschiedliche Bezeichnungen für diese Bänder vorgeschlagen.

Da die diesbezüglich relevante Literatur englischsprachig ist, haben sich englische Bezeichnungen für diese Bänder durchgesetzt, deutsche Übersetzungen sind nicht gebräuchlich und werden im Folgenden deshalb auch nicht verwendet.

Zunächst wurde davon ausgegangen, dass ein Band im palmar-ulnaren Bereich der Hauptstabilisator des Sattelgelenkes sei. Eaton und Littler hatten bereits 1969 [13] dieses Band erkannt und als wichtig eingestuft. Es wurde im weiteren Verlauf von Pellegrini 1991 [27] als „*beak ligament*“ bezeichnet, da es von der ulnaren, schnabelartigen Kante (engl. *beak* = Schnabel) der Basis des Metakarpale I zur gegenüberliegenden palmaren Gelenkfläche des Trapeziums verläuft. Auch Imaeda et al. sahen 1993 [28] dieses Band als Hauptstabilisator des Sattelgelenkes.

Bettinger et al. stellten später 1999 [29] in einer Leichenstudie **16 einzelne Bänder** dar, **die das Trapezium und das Daumensattelgelenk stabilisieren.** Davon liegen sieben

¹ M. abductor pollicis brevis, M. opponens pollicis, M. flexor pollicis brevis, M. adductor pollicis, M. interosseus dorsalis I.

² M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis, M. extensor pollicis longus, M. flexor pollicis longus.

Bänder zwischen Trapezium und Metakarpale I und stabilisieren das Sattelgelenk direkt³, die restlichen stabilisieren das Trapezium gegen die anderen Handwurzelknochen und gegen die Mittelhandknochen⁴.

Neben dem „*deep anterior oblique ligament*“, das dem „*beak ligament*“ von Pellegrini entspricht, hielten sie zwei weitere Bandkomplexe für wichtig: Das „*dorsoradial ligament*“ als dickstes und breitetes Band wirkt als Stabilisator gegen dorsale und dorso-radiale Subluxation des Metakarpale I. Die beiden Bänder zwischen den Basen des Metakarpale I und des Metakarpale II („*intermetacarpal ligament*“ und „*dorsal intermetacarpal ligament*“) wirken einer Proximalisierung des Metakarpale I entgegen.

Bettinger et al. **hoben in einer biomechanischen Studie im Jahr 2000 [30] nochmals die Bedeutung des dorsoradialen Bandes hervor** und bezeichneten dieses als Hauptstabilisator des Sattelgelenkes. Dieses Band erreichte bei den biomechanischen Belastungstests annähernd große Maximalbelastungen (205 N) wie das SL-Band bezogen auf Werte anderer Studien (232 N).

Zudem betonten sie die Bedeutung der Bänder, die das Trapezium gegen die Umgebung stabilisieren, da der distale Pol des Os scaphoideum (im Folgenden Skaphoid genannt) dem Trapezium keine feste Basis bietet. Dabei verhindert vor allem das kräftige „*trapezio-third metacarpal ligament*“ eine Verkippung des Trapeziums weg vom Os trapezoideum (Trapezoideum) und der Basis des Metakarpale II.

Hingegen maßen sie dem vergleichsweise schwach ausgebildeten „*deep anterior oblique ligament*“ entgegen ihrer früheren Untersuchungen weniger Bedeutung zu.

Die Erkenntnisse von Bettinger et al. hinsichtlich der Abgrenzung der Bänder und deren Verlauf wurden durch eine Leichenstudie von Nanno et al. mit anatomischer Darstellung und 3D-Digitalisierung im Jahr 2006 [31] weitgehend bestätigt, ebenso

³ Superficial anterior oblique ligament, deep anterior oblique ligament, dorsoradial ligament, posterior oblique ligament, ulnar collateral ligament, intermetacarpal ligament, dorsal intermetacarpal ligament.

⁴ Dorsal trapeziotrapezoid ligament, volar trapeziotrapezoid ligament, dorsal trapezio-second metacarpal ligament, volar trapezio-second metacarpal ligament, trapezio-third metacarpal ligament, transverse carpal ligament, trapezio-capitate ligament, volar scaphotrapezial ligament, radial scaphotrapezial ligament.

durch eine in-vivo CT-Studie von Tan et al. im Jahr 2011.[32] Siehe hierzu *Abbildung 1.2.A*.

In einer aktuellen Studie beschrieb Edmunds im Jahr 2011 [12] die Anatomie und Kinematik des Sattelgelenkes noch detaillierter. Er **stellte die Bedeutung des dorsalen Bandkomplexes** (bestehend aus „*dorsoradial ligament*“ und „*posterior oblique ligament*“) **und der intermetakarpalen Bänder zwischen Metakarpale I und Metakarpale II heraus**.

Das „*beak ligament*“ beschrieb er als dünn und schwach, er grenzte diese Erkenntnis klar gegen die Meinungen von Pellegrini ab: „*One of the common misconceptions is the unsubstantiated concept that the volar beak ligament (often called the anterior oblique ligament or palmar beak ligament) is the key ligament that stabilizes the TM joint [...]*“.[12]

Für die Stabilität des Daumensattelgelenkes beim Kraftgriff und bei den Präzisionsgreifformen (Zweipunkt- und Dreipunktgriff) sah er eine entscheidende Bedeutung in der **Verblockung** des prominenten palmar-ulnaren Kantenausläufers der Basis des Metakarpale I (**des „*beak*“**) **im gegenüberliegenden Rezessus des Trapeziums**.

Er beschrieb eine Rotationsbewegung des Metakarpale I in der Endphase der Opposition („*screw home torque rotation*“): in der statischen Ruheposition ist der „*beak*“ des Metakarpale I vom Rezessus des Trapeziums entkoppelt, der Gelenkspalt des Sattelgelenkes ist relativ weit - das Gelenk ist instabil und subluxierbar. In der Endphase der Opposition spannt sich der dorsale Bandkomplex an, das Sattelgelenk wird dadurch und durch den aktiven Zug der Muskulatur komprimiert und der „*beak*“ wird in den Rezessus des Trapeziums gedrückt (**dynamische Kraftkette**). „*The change from TM joint incongruity to congruity consequently transforms instability to stability.*“[12] Siehe hierzu *Abbildung 1.2.B* und *Abbildung 1.2.C*.

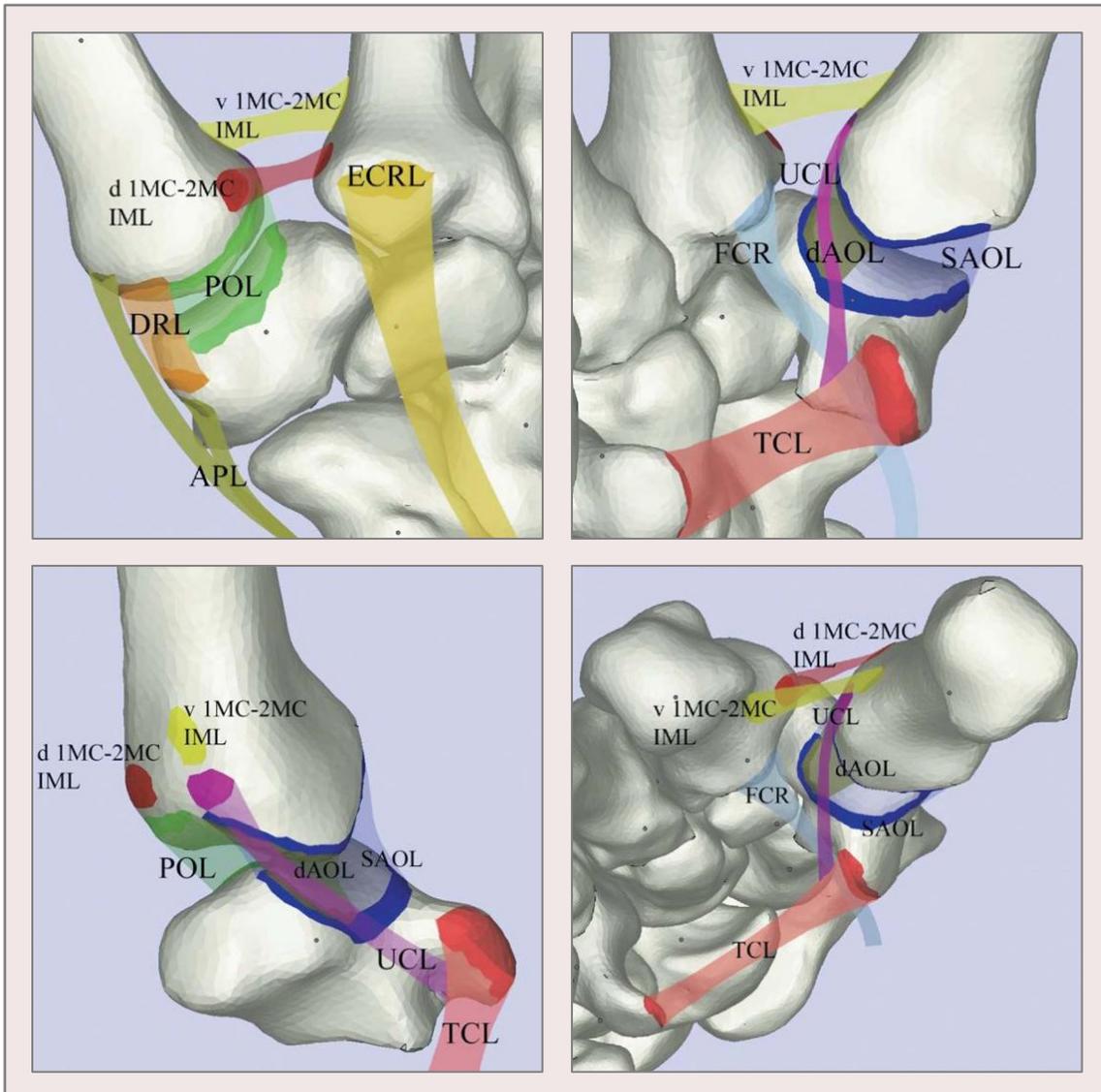


Abbildung 1.2.A. Bänder und Sehnen des Daumensattelgelenkes und des umgebenden Skeletts nach Nanno, Ergebnis einer Leichenstudie mit anatomischer Darstellung und 3D-Digitalisierung der Bandverläufe. **Oben links:** Sicht von dorsal. **Oben rechts:** Sicht von palmar. **Unten links:** Sicht von ulnar. **Unten rechts:** Sicht von distal.

APL: Abductor Pollicis Longus (Tendon). d 1MC-2MC IML: dorsal 1-2 Intermetacarpal Ligament. dAOOL: deep Anterior Oblique Ligament (beak ligament). DRL: Dorsoradial Ligament. ECRL: Extensor Carpi Radialis Longus (Tendon). FCR: Flexor Carpi Radialis (Tendon). POL: Posterior Oblique Ligament. SAOL: superficial Anterior Oblique Ligament. TCL: Transverse Carpal Ligament. UCL: Ulnar Collateral Ligament. v 1MC-2MC IML: volar 1-2 Intermetacarpal Ligament.

Abbildungen unverändert übernommen aus Nanno et al. [31], mit Erlaubnis des Rechteinhabers Elsevier Ltd. über RightsLink.

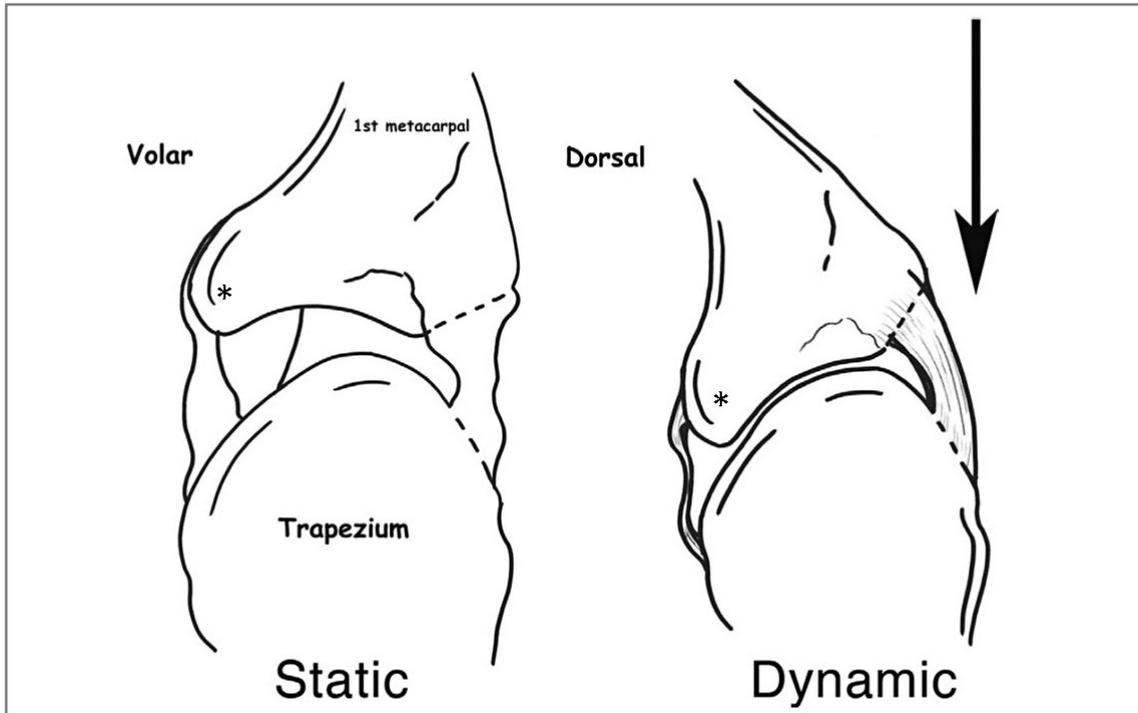


Abbildung 1.2.B. Schema der dynamische Kraftkette des Sattelgelenkes nach Edmunds. Verblockung des „beak“ (*) des Metakarpale I im Rezessus des Trapeziums. Abbildung übernommen aus Edmunds [12], mit Erlaubnis des Rechteinhabers Elsevier Ltd. über RightsLink.

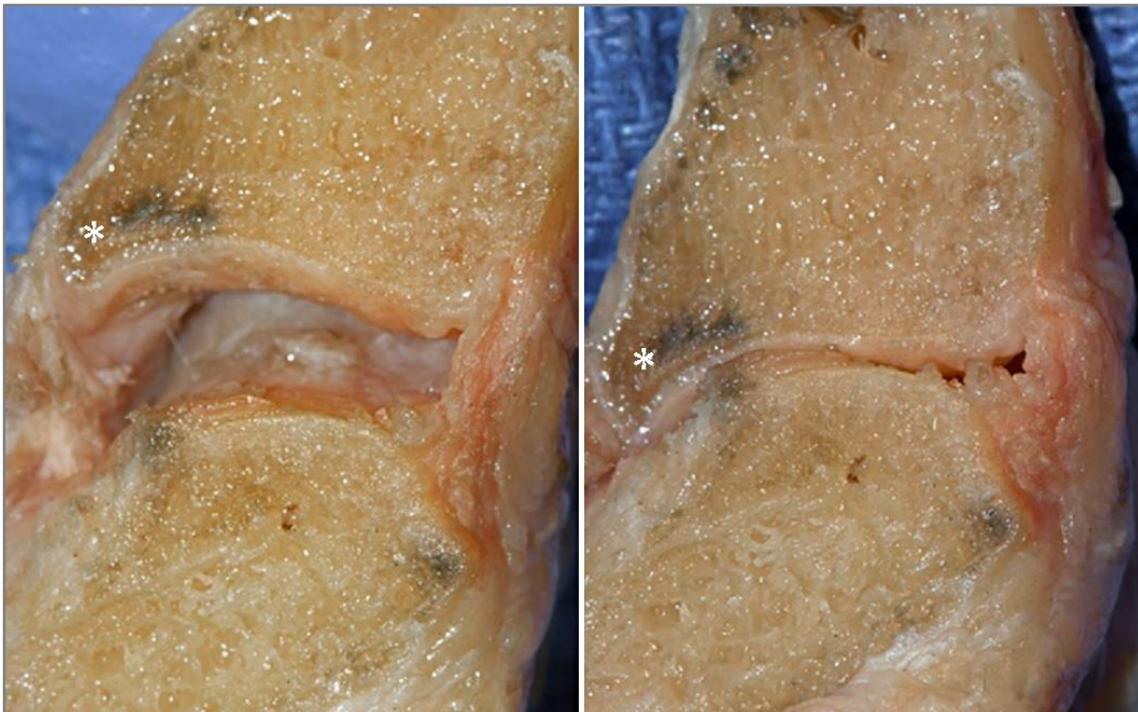


Abbildung 1.2.C. Anatomisches Präparat. Verblockung des „beak“ (*) des Metakarpale I im Rezessus des Trapeziums. Abbildung übernommen aus Edmunds [12], mit Erlaubnis des Rechteinhabers Elsevier Ltd. über RightsLink.

Eine ähnliche Theorie der Verblockung der Gelenkflächen hatten Eaton und Littler bereits 1969 [13] postuliert: Beim komplexen Akt der Opposition kommt es zu einer Rotation des Metakarpale I um seine Längsachse um 20-30° gegenüber dem Trapezium (Pronation). Diese Drehung spannt die Bänder und die Gelenkkapsel und verblockt zusammen mit dem Zug des M. abductor pollicis longus und des M. flexor pollicis longus die Gelenkflächen und stabilisiert das Gelenk.

In mehreren anderen, zum Teil früheren Studien wurde die **Bedeutung des dorsoradialen Bandes als Hauptstabilisator des Sattelgelenkes und die geringere Bedeutung des „beak ligament“ bestätigt.**[33][34][35][36] Allerdings hielt Pellegrini noch 2005 [37] an der Bedeutung des „beak ligament“ fest.

1.3. Epidemiologie der Rhizarthrose

Mit der Epidemiologie der Rhizarthrose befassten sich einige groß angelegte Studien, allerdings finden sich aktuell nur **wenige Daten für Mitteleuropa**. Dies macht aufgrund der ethnischen Unterschiede in der Anatomie des Daumensattelgelenkes [17] die Übertragung der Daten auf Deutschland nicht uneingeschränkt möglich.

Die unten aufgeführten Studien weisen Unterschiede hinsichtlich der Prävalenz der Rhizarthrose auf. Dies kann mit unterschiedlichen Studiendesigns und mit diesen ethnologischen Unterschieden erklärt werden. Zudem werden Prävalenzen teilweise für Altersgruppen und teilweise für Gesamtkollektive angegeben, was die Vergleichbarkeit erschwert. Verlässliche Daten für die Inzidenz der Rhizarthrose sind nicht verfügbar.

Meier et al. [38] werteten Röntgenaufnahmen von 235 Patienten aus, die sich eine distale Radiusfraktur zugezogen hatten (transversale Studie aus Würzburg/Deutschland, 2011). Dabei lag die Prävalenzrate der Rhizarthrose bei 29 % (Durchschnittsalter der Patienten: 56 Jahre). **In der Gruppe der über 70-Jährigen lag die Prävalenzrate bei 60 %.** Radiologische Veränderungen der Sattelgelenke waren

beginnend ab einem Patientenalter von 44 Jahren sichtbar und waren insgesamt **bei Frauen** mit 41 % **signifikant häufiger** festzustellen als bei Männern mit 9 %.

Die Autoren zogen den Schluss, dass degenerative Veränderungen der Sattelgelenke insbesondere bei Frauen mit zunehmendem Alter unvermeidbar auftreten.

Sodha et al. hatten 2005 [39] Röntgenaufnahmen von 615 Patienten ausgewertet, die sich eine distale Radiusfraktur zugezogen hatten (transversale Studie aus Boston/**USA**). Dabei stieg die Prävalenz der Rhizarthrose stetig mit dem Patientenalter an: in den Gruppen der 61- bis 70-jährigen, der 71- bis 80-jährigen und der über 80-jährigen Frauen und Männer lagen die Prävalenzraten bei 57 %, 69 % und 91 %.

Zudem stieg die Prävalenz mit steigendem Alter bei Frauen schneller an als bei Männern: **bei den über 80-Jährigen lagen die Prävalenzraten bei Männern bei 85 % und bei Frauen bei 94 %**. Die Prävalenzraten ausgeprägter Rhizarthrose (radiologisch vollständig zerstörtes Gelenk) zeigten eine noch deutlichere geschlechtsspezifische Differenz und lagen in dieser Altersgruppe bei Männern bei 23 % und bei Frauen bei 66 %.

Die Autoren zogen den Schluss, dass die **Rhizarthrose** im höheren Alter derart häufig und fast unvermeidbar auftritt, dass sie – insbesondere bei Frauen – als **Teil des normalen Alterungsprozesses** angesehen werden sollte.

Wilder et al. werteten 2006 [3] die Daten einer großen longitudinalen Studie (3327 Patienten im Alter von 40 bis über 80 Jahre, **USA**) bezüglich der Prävalenz arthrotischer Veränderungen der Hände aus. Die **Prävalenzrate** der Rhizarthrose betrug im Gesamtkollektiv **21 %** und nahm mit steigendem Alter zu. Bei Frauen war die Prävalenz in allen Altersgruppen höher als bei Männern, mit Ausnahme der Gruppe der 40- bis 49-jährigen (Prävalenzrate bei Männern 9 % und bei Frauen 5 %).

Bade et al. fanden 1994 [40] in einer Leichenstudie an 100 Händen durch makroskopische Untersuchung in den Gruppen der 59- bis 69-jährigen, der 70- bis 79-jährigen und der 80- bis 91-jährigen Frauen und Männer **Prävalenzraten von 39 %, 47 % und 60 %** (Daten aus Köln, **Deutschland**).

Aufgrund der klinischen Relevanz wurden zudem die Prävalenzen **arthrotischer Veränderungen der benachbarten Gelenke** untersucht.

Bade et al. [40] fanden **bei bestehender Rhizarthrose** zusätzlich in **50 %** der Fälle eine **Arthrose zwischen Skaphoid und Trapezium** und in **44 %** zwischen **Skaphoid und Trapezoideum**. Eine isolierte Arthrose dieser Gelenke (ohne gleichzeitig bestehende Rhizarthrose) fanden sie in 11 % (Skaphoid/Trapezium) und in 19 % (Skaphoid/Trapezoideum) der untersuchten Hände. In keinem der Fälle fand sich eine Arthrose zwischen Trapezium und Trapezoideum, zwischen Trapezium und Metakarpale II und zwischen Trapezoideum und Metakarpale II.

Brown et al. [41] fanden **in einer Leichenstudie sehr ähnliche Werte**. In Präparaten mit fortgeschrittener Rhizarthrose bestand zusätzlich in 49 % der Fälle eine Arthrose zwischen Skaphoid und Trapezium, in 40 % zwischen Skaphoid und Trapezoideum und in 60 % kombiniert zwischen Skaphoid, Trapezium und Trapezoideum (dem sogenannten STT-Gelenk). In Präparaten mit beginnender Rhizarthrose bestand zusätzlich in 4 %, 8 % und 8 % eine Arthrose in den oben genannten Gelenken. Eine isolierte STT-Arthrose ohne Rhizarthrose bestand in 3 % der untersuchten Präparate.

1.4. Ätiologie der Rhizarthrose

Die Ätiologie der Arthrose ist **multifaktoriell**. Schneider et al. [42] werteten die Ergebnisse des *Bundesgesundheitsurvey* von 1998 aus. In dieser großen transversalen Studie der deutschen Bevölkerung an 7124 Personen im Alter von 18 - 79 Jahren zeigten sich – nicht auf spezielle Gelenke bezogen – ein klarer Zusammenhang zwischen Lebensalter und Arthrosehäufigkeit⁵ und ein geschlechtsspezifischer

⁵ Arthrose an mindestens einem Gelenk hatten 5,6 % der unter 30-Jährigen und bereits 50,0 % der über 70-Jährigen. Im Vergleich zur Gruppe der 18- bis 29-Jährigen beträgt das Erkrankungsrisiko der 50- bis 59-Jährigen das 9-fache und das Erkrankungsrisiko der über 60-Jährigen das 15-fache.

Altersgradient⁶. Übergewicht⁷ und schwere körperliche Arbeit⁸ erwiesen sich als Risikofaktoren für die Entstehung von Arthrose.

Nebenerkrankungen wie Osteoporose, Schilddrüsenerkrankungen und chronische Bronchialerkrankungen wurden bei Arthrosepatienten signifikant häufiger beobachtet, Diabetes mellitus jedoch nicht.

Die Autoren folgerten: „*Der typische Arthrosepatient ist über 60 Jahre alt, adipös und geht (oder ging) manueller beruflicher Tätigkeit nach. Vice versa finden sich unter jüngeren Angestellten mit normalem Körpergewicht signifikant seltener Arthrotiker.*“[\[42\]](#)

Die Erkenntnisse hinsichtlich der Arthrose im Allgemeinen können jedoch nicht uneingeschränkt auf die idiopathische, primäre Rhizarthrose übertragen werden. Es zeigten sich hierfür einige Besonderheiten:

Mechanische Belastung: Der für die großen Gelenke bekannte Zusammenhang zwischen schwerer körperlicher Arbeit und Entwicklung von Arthrose konnte für die kleinen Gelenke der Hand *nicht* bestätigt werden:

Es zeigte sich ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Rhizarthrose bei bestimmten Arten körperlicher Arbeit mit wiederholten monotonen Bewegungen des Daumens, insbesondere wenn keine ausreichenden Pausen eingehalten wurden.[\[43\]](#) Ein ebenfalls erhöhtes Risiko bestand bei weiblichen Schreibkräften.[\[44\]](#)

Eine erhöhte Prävalenz radiologischer Veränderungen des Daumensattelgelenkes konnte bei männlichen Arbeitern einer Textilspinnerei (charakteristische Arbeit: schnelle, kontinuierliche Bewegungen der Hände) im Vergleich zur Kontrollgruppe nachgewiesen werden.[\[45\]](#)

Andere konnten keinen Zusammenhang zwischen der physischen Arbeitsbelastung und der Entstehung von Rhizarthrose erkennen und folgerten deshalb, dass mechanische

⁶ Bei unter 60-Jährigen wiesen Männer ein höheres Arthroserisiko auf als Frauen, dies kehrte sich in höheren Altersgruppen dann zu Lasten der Frauen um.

⁷ Mit Zunahme des Body Mass Index (BMI) um eine Einheit steigt das Arthroserisiko um 5%.

⁸ Arthrose war bei Arbeitern, Landwirten und Handwerkern häufiger als bei Angestellten und Beamten.

Belastung zwar zur Entwicklung von Arthrose in vielen Gelenken beitragen könnte, aber nicht zwangsläufig zu Veränderungen im Sattelgelenk führt.[46]

Ein verstärktes Auftreten von Rhizarthrose an der dominanten Hand konnte nicht nachgewiesen werden, beide Hände waren weitgehend gleich häufig betroffen. Auch dies spricht nach Ansicht einiger Autoren gegen die Entstehung von Rhizarthrose allein aufgrund mechanischer Belastung.[47]

Genetische Prädisposition: Die familiäre Häufung als Hinweis auf eine genetische Prädisposition für die Entwicklung von Rhizarthrose konnte durch mehreren Studien [48][49] bewiesen werden, wobei der familiäre Einfluss umso größer war je stärker die Arthrose am Sattelgelenk und an den Fingerendgelenken ausgeprägt war.[49]

Der genetische Einfluss war bei Frauen und Männern vergleichbar, allerdings mit wohl stärkerer Penetranz der Erkrankung bei Frauen.[49]

In einer Zwillingsstudie zeigte sich eine klare genetische Prädisposition für Rhizarthrose bei Frauen mit einem genetischen Einfluss von 39 - 65 % an dieser Erkrankung.[50]

Andere wiesen eine starke genetische Prädisposition für Polyarthrose der Hand beim Vorhandensein von Osteophyten nach, insbesondere wenn die Osteophyten am Daumenendgelenk oder am Sattelgelenk nachweisbar waren. Osteophyten erwiesen sich als stärkerer Indikator für Erbllichkeit als andere radiologische und klinische Parameter wie Gelenkspaltverschmälerung, Deformierung und Subluxation.[51]

Adipositas: Für übergewichtige Menschen ergab sich ein höheres Arthroserisiko als für Normalgewichtige. Dabei sind auch Gelenke wie das Daumensattelgelenk betroffen, die nicht der erhöhten mechanischen Beanspruchung durch das hohe Körpergewicht ausgesetzt sind. Dies spricht für systemische, metabolische Einflüsse des Übergewichtes bei der Entstehung von Arthrose.[52]

Es konnte eine direkt proportionale Beziehung des BMI (Body Mass Index) zur Prävalenz der Rhizarthrose⁹ bei beiden Geschlechtern nachgewiesen werden.[46]

⁹ Übergewicht ist ein starker determinierender Faktor für Rhizarthrose: Patienten mit einem BMI von 35 kg/m² haben ein zweifach erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Rhizarthrose verglichen mit normalgewichtigen Personen mit einem BMI von 20,0 - 24,9 kg/m².

Hormonelle Einflüsse: Es gibt vermehrt Hinweise darauf, dass Östrogen die Aktivität der biologischen Einheit des Gelenkes über komplexe molekulare Wege und auf mehreren Ebenen beeinflusst. Ein Östrogen-Defizit kann an der Entwicklung und/oder Progression von Arthrose beteiligt sein. Die Hormonumstellung bei Frauen in und nach der Menopause wird als ursächlicher Faktor für die Entstehung von Arthrose diskutiert (Östrogen-Hypothese).[53]

Frauen nach Hysterektomie zeigten eine signifikant höhere Prävalenz der Rhizarthrose als Frauen in den Kontrollgruppen ohne Hysterektomie.[54][43]

Sonstige Faktoren: Ein Zusammenhang zwischen Bildungsgrad und der Entstehung von Rhizarthrose konnte nicht nachgewiesen werden.[46]

Ein Zusammenhang zwischen Rauchen und der Entwicklung von Rhizarthrose konnte nicht generell belegt werden.[46]

Es zeigte sich ein starker Zusammenhang zwischen Rhizarthrose und Arthrose an anderen Gelenken der Hand.[46]

Die oben genannten Erkenntnisse beziehen sich auf die primäre, idiopathische Rhizarthrose. Neben dieser kommt die **posttraumatische Rhizarthrose** vor, die infolge intraartikulärer Fraktur (Bennett-Fraktur, Rolando-Fraktur), traumatischer Luxation oder sonstiger mechanischer Schädigung entstehen kann.

Zudem kann es zu einer **sekundären Rhizarthrose** kommen. Sie kann entstehen nach Bandverletzungen, bei Arthritis urica, bei Chondrokalzinose (Pseudogicht) und nach Infektionen.

Beide Arten kommen deutlich seltener als die primäre Form vor, genaue Daten hinsichtlich der Prävalenz finden sich nicht.

1.5. Pathogenese der Rhizarthrose

Die genauen Mechanismen der **Pathogenese degenerativer Gelenkerkrankungen** sind bei Weitem **nicht vollständig geklärt**. Zahlreiche Publikationen beschäftigten und be-

schäftigen sich intensiv mit diesen Erkrankungen, unter anderem mehrere internationale Fachzeitschriften mit relativ hohen Impact-Faktoren wie *Osteoarthritis and Cartilage* (Elsevier Ltd.) als Organ der *Osteoarthritis Research Society International (OARSI)* und *Cartilage* (Sage Journals) als Organ der *International Cartilage Repair Society (ICRS)*.

Arthrose ist keine Erkrankung des Gelenkknorpels allein. Vielmehr ist die gesamte biologische Einheit des Gelenkes von Veränderungen betroffen. Dabei wird der Rolle der Synovialitis in diesem Krankheitsgeschehen eine zunehmend stärkere Bedeutung zugemessen.[55]

Arthrose ist das progressive Versagen der funktionellen Einheit des synovialen Gelenkes. Dieser Prozess kann Schmerzen und physische sowie psychische Beeinträchtigungen nach sich ziehen. Allerdings sind viele Menschen mit strukturellen arthrotischen Veränderungen asymptomatisch. Die Gründe für diese Entkopplung von Schwere der Gelenkerkrankung einerseits und angegebenen Schmerzen und subjektiven Einschränkungen andererseits ist nicht bekannt.

Die Entstehung des Gelenkschmerzes ist nicht vollständig geklärt. Der Schmerz wird jedoch am besten im Rahmen eines biopsychosozialen Netzwerkes erklärt, in dem biologische, psychologische und soziale Faktoren eine entscheidende Rolle in der Entstehung des Arthroseschmerzes spielen.

Aus biologischer Sicht ist die neuronale Aktivität im Signalweg verantwortlich für die Generierung und die Verschlimmerung des Gefühls des Gelenkschmerzes. Inflammatorische chemische Mediatoren werden in die Gelenkflüssigkeit abgegeben und sensibilisieren afferente Nervenfasern, mit der Folge dass primär unproblematische physiologische Gelenkbewegungen schmerzhaft werden. Dies ist die neurophysiologische Basis der **Allodynie**, der Generierung von Schmerz als Antwort auf primär nicht schmerzhafte Stimuli.

Im weiteren Verlauf verursacht diese erhöhte afferente neuronale Aktivität **plastische Veränderungen im zentralen Nervensystem**. Dieser Prozess wird als „wind-up“ bezeichnet und kann durch zentrale Sensibilisierung periphere Schmerzempfindungen intensivieren.

Die strukturellen Determinanten von Schmerz und mechanischer Dysfunktion bei der Arthrose sind ebenfalls nicht geklärt. Man vermutet die Beteiligung von multiplen interaktiven Signalwegen. Der Gelenkknorpel ist aneural und avaskulär, deshalb können im Knorpel direkt kein Schmerz und keine Entzündungsreaktion entstehen. Im Gegensatz dazu sind der subchondrale Knochen, das Periost, die periartikulären Bänder und Muskeln, die Membrana synovialis und die Gelenkkapsel reichlich innerviert und somit die Quelle der Nozizeption bei der Arthrose.[56]

Zur Erforschung der Pathogenese der idiopathischen, primären Rhizarthrose wurden mehrere Studien durchgeführt. Neben den oben genannten ätiologischen Faktoren (siehe *1.4. Ätiologie der Rhizarthrose*) wurden weitere Theorien der lokalen Pathogenese postuliert. **Die Pathogenese der Rhizarthrose ist jedoch nach wie vor nicht vollständig geklärt und wird teilweise kontrovers diskutiert.**

Eaton und Littler erklärten bereits 1969 [13], dass während der Opposition durch die Rotation des Metakarpale I und durch den Zug der Sehnen des M. flexor pollicis longus und des M. abductor pollicis longus Kompression auf die dorso-radiale Facette des Trapeziums entsteht, welche deshalb bei wiederholter Belastung einer Abnutzung ausgesetzt ist.

Eaton et al. stellten 1984 [57] dar, dass **Hypermobilität und Instabilität** des Daumensattelgelenks zur Gelenksynovialitis führt. Sie sahen dies als Ursache für die Gelenkbeschwerden junger Frauen, bei denen keine radiologischen Veränderungen im Sattelgelenk erkennbar sind.

Cooney und Chao zeigten durch eine biomechanischen Studie 1977 [20], dass beim Kraftgriff mit 10 kg aufgewendeter Kraft **Kompressionskräfte** von bis zu 164,2 kg und axiale Rotationskräfte von bis zu 144,3 kg im Sattelgelenk entstehen können. Beim Zweipunkt- und Lateralgriff mit 1 kg aufgewendeter Kraft entstehen im Sattelgelenk Kontaktkräfte von bis zu 13,4 kg.

Pellegrini führte mehrere Studien zur Anatomie des Sattelgelenkes und zur Pathogenese der Rhizarthrose durch.

1991 [27][58] bezeichnete er das „*beak ligament*“ als primären Stabilisator des Sattelgelenkes (siehe 1.4. *Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenkes*). Er sah die Pathogenese der Rhizarthrose in einer Degeneration des „*beak ligament*“ und postulierte eine direkte Korrelation zwischen der Integrität dieses Bandes und dem Zustand der Gelenkflächen: intakte Gelenkflächen waren in seinen Untersuchungen stets mit einem intakten Band assoziiert.

Nach Pellegrinis Auffassung folgen der Degeneration des „*beak ligament*“ eine vermehrte Laxizität des Sattelgelenkes, eine Dorsaltranslation des Metakarpale I auf dem Trapezium während des Lateralgriffes, die Entstehung von abnormalen Scherkräften an den palmaren Kontaktflächen und schließlich degenerative Veränderungen des Gelenkknorpels im palmaren Bereich. Die Scherkräfte an den palmaren Kontaktflächen beschädigen die schützende oberflächliche Schicht des hyalinen Knorpels, wodurch die von der Synovialis freigesetzten Entzündungsmediatoren zu den zellulären Elementen der tieferen Knorpelschichten vordringen können. Erst in fortgeschrittenen Stadien weitet sich der Knorpelschaden nach dorsal aus. Degenerative Veränderungen sah Pellegrini bei beginnender Arthrose vor allem am Trapezium, bei fortgeschrittener Erkrankung dann zunehmend auch an der Basis des Metakarpale I.[37]

1994 folgerten Pellegrini et al. [59][60], dass Knorpeldefekte im Daumensattelgelenk durch ein Zusammenspiel von mechanisch induziertem Knorpelabrieb (bedingt durch unphysiologische Scherkräfte) und biochemischer Matrixdegradation (hormonelle, zelluläre und inflammatorische Faktoren führen zur selektiven Depletion von Glykosaminoglykanen mit Freilegung des Kollagenetzwerks in den Kontaktzonen des Knorpels) entstehen.

Noch 2005 war Pellegrini [37] der Ansicht, dass die Degeneration des „*beak ligament*“ das spezifische und kritische pathologische Ereignis in der Entstehung der Rhizarthrose ist. Doerschuk et al. (unter Mitarbeit von Pellegrini) waren der gleichen Meinung.[61]

Edmunds sah 2011 [12] die Pathogenese der Rhizarthrose nicht in einer Degeneration des „*beak ligament*“, sondern in einer Konzentration der Kompressions-, Rotations-

und Scherkräfte im Bereich des Rezessus des Trapeziums gegenüber dem „beak“ des Metakarpale I während des Kraftgriffes und des kraftvollen Zweipunktgriffes. Seiner Meinung nach wird durch die fortschreitende Degeneration der „beak“ abgeschliffen und bietet in der Endphase der Opposition keine Stabilität mehr („screw home torque rotation“, siehe [1.4. Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenkes](#)). Es kommt zur arthrotischen Instabilität des Gelenkes.

Edmunds verglich die Entwicklung der Rhizarthrose mit der Entwicklung der Gonarthrose im medialen Gelenkabschnitt des Genu varus, bei welcher der Gelenkverschleiß im Bereich der größten Scherkräfte beginnt.

Er grenzte diese Erkenntnisse klar insbesondere gegenüber denen von Pellegrini ab: *„One of the common misconceptions is the unsubstantiated concept that the volar beak ligament (often called the anterior oblique ligament or palmar beak ligament) is the key ligament that stabilizes the TM joint and is somehow related to osteoarthritis.“*[12]

Xu et al. zeigten 1998 [16] in einer Leichenstudie, dass das **Sattelgelenk von Frauen signifikant weniger kongruent** ist als das von Männern und dass es **kleinere Kontaktflächen** besitzt. Dadurch treten, verglichen mit dem Gelenk von Männern, bei gleicher Daumenbelastung größere Kontaktkräfte an den Gelenkflächen auf. Zudem fanden sie, dass der **Knorpelüberzug bei Frauen bis zu 20% dünner** ist. Dies könnte die höhere Prävalenz von Rhizarthrose bei Frauen erklären.

Die Autoren fanden Areale im Sattelgelenk, auf die große Kräfte wirken. Dies sind der radial-dorsale und der ulnar-palmare Quadrant des Trapeziums und die palmare Hälfte des Metakarpale I. Dort fanden sie entsprechend die stärksten degenerativen Veränderungen bei Rhizarthrose. Auf den ulnar-dorsalen Anteil des Trapeziums und den dorsalen Anteil des Metakarpale wirken hingegen die kleinsten Kräfte.

Des Weiteren zeigten die Autoren, dass **die Knorpeldicke relevant erst im Endstadium der Erkrankung abnimmt**. Zu Beginn kommt es lediglich zu einer Knorpeldegeneration mit Desmaskierung der Kollagenfibrillen, größer werdenden Defekten und Spaltbildungen. Bei fortgeschrittener Arthrose setzen dann Umbauvorgänge am Knorpel

und am subchondralen Knochen auf Seiten des Trapeziums ein, kaum hingegen am Metakarpale I.

Bettinger et al. sahen 1999/2000 [29][30] die Pathogenese der Rhizarthrose in einer Destabilisierung des Sattelgelenkes. Sie postulierten, dass ein **Versagen des „trapezio-third metacarpal ligament“** zur Destabilisierung des Trapeziums führen könnte, was wiederum zur Instabilität und Inkongruenz im Sattelgelenk vor allem bei der Daumenrotation führen könnte. Dies könnte der Ursprung der Zig-Zag-Deformität des Daumens (Adduktionskontraktur des Metakarpale I und Hyperextension im Grundgelenk) bei fortgeschrittener Rhizarthrose sein.

Miura et al. konnten 2004 [19] in einer in-vivo Durchleuchtungsstudie zeigen, dass sich im arthrotischen Daumensattelgelenk im Vergleich zum gesunden Gelenk der Drehpunkt bei Flexion-Extension nach dorsal verschiebt.

Durch eine verstärkte Kippung der Längsachse des Metakarpale I gegenüber dem Trapezium nach palmar wird der nach dorsal gerichtete Kraftvektor der Basis des Metakarpale I verstärkt, was in Zusammenspiel mit einer Schwächung des Bandapparates durch den Alterungsprozess zu einer **Dorsaltranslation des Drehpunktes im Sattelgelenk** führt. Dies führt wiederum zu unphysiologischer Belastung der Gelenkflächen.

Marzke zeigte 2012 [62] in einer anthropologischen Studie die Unterschiede der Morphologie des Sattelgelenkes von Europäern und Asiaten/Afrikanern/Australiern auf. **Bei Europäern hat die Basis des Metakarpale I einen kleineren Radius** (kleinere Kontaktfläche zum Trapezium hin), was der Grund für die höhere Inzidenz der Rhizarthrose bei Europäern sein kann.

Lee et al. wiesen 2013 [63] in einer Leichenstudie durch Mikro-CT-Untersuchungen **ulnar-palmar im Trapezium** einen **Umbau der trabekulären Knochenstruktur** bei Rhizarthrose nach. Dieser Umbau ist die **Folge lokaler Druckbelastung**. Der dorso-radiale Quadrant hingegen zeigte diese Anzeichen für Überbelastung nicht.

Andere Autoren kamen zu vergleichbaren Ergebnissen hinsichtlich der Druckverteilung im Sattelgelenk und dem Beginn und Fortschreiten der Knorpelschäden in den verschiedenen Abschnitten des Gelenkes: **die Hauptbelastungszonen sind am Trapezium ulnar-palmar und radial-dorsal.**[27][58][64] Teilweise wird dies jedoch auch anders gesehen.¹⁰

Des Weiteren wurde die Hypermobilität der Fingergrundgelenke mit arthrotischen Veränderung des Sattelgelenkes assoziiert, als Hinweis auf eine Prädisposition für Rhizarthrose durch generalisierte Bandlaxizität.[65] Andere konnten diesen Zusammenhang jedoch nicht bestätigen.[66]

Die primäre, idiopathische Rhizarthrose kann mit weiteren Pathologien vergesellschaftet sein.

Unabhängig von oder als Folge der Rhizarthrose kann eine **Hyperextensions-Instabilität im Daumengrundgelenk** entstehen, die sich negativ auf den weiteren Krankheitsverlauf auswirken kann. Moulton et. al [67] sahen einen möglichen kausalen Zusammenhang zwischen der Hyperextension im Grundgelenk und der Entwicklung oder Progression einer Rhizarthrose, da es durch die Fehlstellung des Daumenstrahls zu einer Kraftkonzentration in den palmaren Anteilen des Sattelgelenkes kommt.

Bei fortgeschrittener Rhizarthrose kann es zu einer **Adduktionskontraktur des Metakarpale I** kommen. Mögliche Ursachen sind die Subluxation der Basis des Metakarpale I auf dem Trapezium nach dorso-radial mit dadurch veränderter Biomechanik der einwirkenden Muskeln und Sehnen, und/oder eine funktionelle Dysbalance der intrinsischen Daumenmuskeln: durch eine Schwäche des M. abductor pollicis brevis kann dieser das Metakarpale I nicht mehr in der Achse halten.[68]

¹⁰ Koff et al. maßen in einer Leichenstudie die Dicke des Knorpels in verschiedenen Stadien der Rhizarthrose. Es zeigte sich eine Abnahme der Knorpeldicke an beiden Gelenkpartnern bei fortschreitender Erkrankung. Die Autoren sahen den Beginn des Knorpelverschleißes in den radialen Quadranten der Basis des Metakarpale I und dann schnell progredient auch an den palmaren Quadranten, wohingegen am Trapezium der Knorpel zunächst radial ausdünnte und dieser Prozess nach dorsoradial und palmar fortschritt. Die größten Knorpeldicken fanden sie dorso-ulnar am Trapezium und dorsal am Metakarpale.[84]

Treten die Hyperextensions-Instabilität des Grundgelenkes und die Adduktionskontraktur des Metakarpale I gemeinsam auf – wobei beide sich gegenseitig verstärken können – dann entsteht die sogenannte **Zig-Zag-Deformität oder Z-Deformität**.^[68] Diese funktionell ungünstige Stellung des Daumens bedeutet für den Patienten einen erheblichen Verlust an Handfunktion.^[69]

Florak et al. ^[70] diagnostizierten bei 43% der Patienten, die wegen Rhizarthrose operiert wurden, ein **Karpaltunnelsyndrom**. Wegen dieser hohen Assoziation beider Erkrankungen empfahlen sie, ein Karpaltunnelsyndrom präoperativ diagnostisch auszuschließen und bei positiver Diagnose in gleicher Sitzung eine Karpaldachspaltung durchzuführen.

Andere ^[71] konnten diesen Zusammenhang jedoch nicht bestätigen¹¹.

1.6. Diagnostik der Rhizarthrose und Stadieneinteilung

Entsprechend dem üblichen klinischen Vorgehen beginnt die Diagnostik mit einer ausführlichen **Anamnese**. Diese beinhaltet unter anderem Fragen zum Beruf und der Händigkeit des Patienten, zum Beschwerdebild und dem zeitlichen Verlauf der Beschwerden, und zur bisherigen Therapie.^[72]

Patienten mit beginnender Rhizarthrose können die entstehenden Funktionseinschränkungen meist zu einem Großteil kompensieren¹², so dass das **Leitsymptom** zunächst **belastungsabhängiger Schmerz** ist. Patienten beschreiben typischerweise einen konstanten Schmerz, der sich bei Belastung verstärkt und einen scharfen Schmerzcharakter annimmt.^[73]

Der Schmerz besteht meist seit Monaten bis Jahren, ist episodenhaft und reduziert sich durch Schonung und durch Einnahme von Nichtsteroidalen Antirheumatika. Er

¹¹ Shin et. al 2012 ^[71]: Bei einer klinischen Studie an 368 koreanischen Männern und Frauen im Alter von über 65 Jahren konnte kein statistisch signifikanter Unterschied in der Prävalenz des Karpaltunnelsyndroms bei Patienten mit und ohne radiologisch diagnostizierter Rhizarthrose gefunden werden.

¹² Haara et al. ^[39] zeigten, dass die Einschränkungen im täglichen Leben durch Rhizarthrose nur moderat ausfallen. Auch wenn die Rhizarthrose eine häufige Erkrankung ist, so führt sie selten zu einer Behinderung. Deshalb wird die Rhizarthrose in der klinischen Praxis wahrscheinlich unterdiagnostiziert.

wird im Bereich der Daumenbasis angegeben, teilweise mit ausstrahlendem Charakter.[74]

Typischerweise entstehen **Schmerzen bei Alltagsaktivitäten**, wie beim Auswringen von Lappen, Öffnen von Schraubverschlüssen, Schreiben, Schneiden mit einer Schere und beim Drehen eines Schlüssels. Zudem kann es zu Einschränkungen bei spezifischen Aktivitäten im Beruf kommen.[74][73]

In beginnenden Stadien werden die Schmerzen oft von einem subjektiven **Gefühl der Instabilität** des Daumens begleitet, **bei fortschreitender Erkrankung** kommt es meist zur zunehmenden Bewegungseinschränkung des Daumens. Gehrman et al. [75] zeigten, dass es bei fortschreitender Rhizarthrose zu einem asymmetrischen multidirektionalen **Verlust der Beweglichkeit**¹³ des Daumens kommt, der die Möglichkeiten der Hand deutlich einschränkt.

Die radiologische Ausprägung der Rhizarthrose lässt dabei wenig Schlüsse¹⁴ auf den subjektiven Schmerz und die subjektiv empfundene Einschränkung durch die Rhizarthrose zu.[76]

Die **klinische Untersuchung** sollte neben dem Daumenstrahl die gesamte Hand und das Handgelenk berücksichtigen, um anderweitige Ursachen für die Beschwerden zu erkennen oder auszuschließen.[70][73]

Der vom Patienten subjektiv empfundene **Kraftverlust** sollte objektiviert¹⁵ und dokumentiert werden, ebenso das Bewegungsausmaß des Daumens. Hierfür ist der **Kapandji-Index** [77] geeignet, der die Beweglichkeit des Daumens für Opposition-Flexion-Adduktion von 0 - 10 bewertet.

¹³ In der in-vivo-Studie war der Bewegungsraum des Daumens bei Stadium III/IV nach Eaton-Littler im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe um 51 % kleiner. Vor allem die Fähigkeit zur Daumenabduktion und -extension geht verloren. Dieser Bewegungsraum wird jedoch benötigt, um die Hand um Objekte herumzulegen und sie dann wieder zu öffnen und den Griff zu lösen.

¹⁴ Der Grad der Rhizarthrose erklärt nur 3 % der Variation des DASH-Score. Dagegen erklärt eine Kombination aus Grad der Arthrose, Schmerzen im Daumen und Schmerzen an sonstigen Stellen des Armes 52 % der Variationen des DASH-Scores. Subjektive Beschwerden durch Daumenschmerzen korrelierten nicht mit höheren Graden der Rhizarthrose. Eine radiologisch festgestellte Rhizarthrose ist ein schwacher Prädiktor von Schmerz und subjektiver Einschränkung.

¹⁵ Messung der Grobkraft z.B. mit dem Jamar® Hydraulic Hand Dynamometer, Messung der Kraft beim Lateral- und Dreipunktgriff z.B. mit dem Jamar® Hydraulic Pinch Gauge.

In **frühen Stadien** der Erkrankung sind Leitsymptome die lokale Schwellung und der lokale Druckschmerz über dem Sattelgelenk. Die **Schwellung** ist Folge der Synovialitis und der Osteophyten. Bei aktivierter Arthrose können Rötung und Überwärmung auftreten. Der **Druckschmerz** besteht typischerweise radio-palmar über dem Sattelgelenk. Differenzialdiagnostisch sollte der Druckschmerz über dem STT-Gelenk als Hinweis auf eine isolierte STT-Arthrose oder eine peritrapeziale Arthrose¹⁶ unterschieden werden.[74][73]

Bei der Untersuchung können sich **Krepitationen** bei aktiver oder passiver Bewegung im Sattelgelenk zeigen. Zur weiteren Abgrenzung der Beschwerden können klinische Tests durchgeführt werden: der **Grind-Test**¹⁷ und der **Crank-Test**¹⁸ sollten jedoch mit Bedacht eingesetzt werden, da sie sehr schmerzhaft und für den Patienten sehr unangenehm sein können.

Die **Instabilität des Sattelgelenkes** ist ein weiterer charakteristischer Befund in frühen Stadien der Rhizarthrose. Sowohl in radio-ulnarer als auch in dorso-palmarer Richtung kann das Gelenk instabil werden, was durch entsprechende passive Prüfung erkannt werden kann.[73]

Zudem kann sich bereits in frühen Stadien eine **Hyperextensions-Instabilität im Daumengrundgelenk** zeigen, die für den weiteren Krankheitsverlauf und die möglichen Therapieoptionen relevant sein kann.

Bei fortgeschrittener Rhizarthrose wandelt sich das klinisch Bild: Während der lokale Druckschmerz unverändert besteht, wird das Sattelgelenk durch die bewegungseinschränkenden Osteophyten steifer. Die klinisch erkennbare Instabilität reduziert sich, und damit meist auch die ausgeprägte Schwellung. Die dorsale Subluxation nimmt

¹⁶ Peritrapeziale Arthrose: Arthrose der Gelenke, die vom Trapezium gebildet werden: Rhizarthrose, ST-Arthrose (Skaphoid-Trapezium), TT-Arthrose (Trapezium-Trapezoideum), Arthrose im Gelenk Trapezium-Metakarpale II.

¹⁷ Grind-Test: Die passive Kompression des Metakarpale I in axialer Richtung gegen das Trapezium mit gleichzeitiger Rotation führt zu einer fühlbaren Krepitation (engl. to grind = reiben, zermahlen) und zu Schmerzen im Sattelgelenk. Der Test wurde von Swanson 1972 [109] beschrieben.

¹⁸ Crank-Test: Die passive Kompression des Metakarpale I in axialer Richtung gegen das Trapezium mit gleichzeitiger passiver Flexion-Extension des Metakarpale I führt zu Krepitationen und Schmerzen im Sattelgelenk.[74]

zu, es zeigt sich das sogenannte **Forestier-Zeichen**¹⁹: die Basis des Metakarpale I ist auf dem Trapezium nach dorso-radial subluxiert und bildet eine äußerlich sichtbare Stufe.[73]

Die Adduktionsfehlstellung des Metakarpale I nimmt zu. Im Endstadium kann sich eine Zig-Zag-Deformität ausbilden, wodurch die Gebrauchsfähigkeit der Hand deutlich abnimmt.[73][74]

Bei der klinischen Untersuchung und Diagnostik müssen **differentialdiagnostisch** und nebenbefundlich im Wesentlichen ausgeschlossen oder erkannt werden: rheumatische Grunderkrankungen, Karpaltunnelsyndrom, Tendovaginitis stenosans des Daumens, Tendovaginitis stenosans de Quervain, STT-Arthrose, Tendosynovitis der Sehne des M. flexor carpi radialis und Skaphoid-Pseudarthrose.[74]

Die **radiologische Diagnostik** umfasst mindestens **standardisierte Röntgenaufnahmen des Handgelenks in zwei Ebenen** mit Strahlengang dorso-palmar (p.a.) und radio-ulnar (streng seitlich). Das Daumensattelgelenk lässt sich röntgenologisch jedoch nur schwer darstellen, aufgrund der schrägen Orientierung des Trapeziums sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene und aufgrund der komplexen Form der Gelenkflächen.

Deshalb empfohlen Dela Rosa et al. [78] zusätzlich die Durchführung einer **Aufnahme nach Bett/Gedda**. Bei dieser Spezialaufnahme²⁰ werden alle vier Gelenkflächen des Trapeziums ohne Überlappungen auf die Filmebene projiziert. Siehe hierzu als Beispiel *Abbildung 1.6.A*.

Zudem kann die spezielle **Belastungsaufnahme**²¹ **nach Eaton/Littler** [79] (modifiziert von Wolf et al. [80]) sinnvoll sein. Auf ihr lässt sich insbesondere in beginnenden

¹⁹ Benannt nach J. Forestier, der den Begriff *Rhizarthrose* prägte.[2]

²⁰ Die Hand liegt mit der ulnaren Handkante auf der Filmkassette. Der Ellenbogen ist von der Unterlage leicht abgehoben, der Unterarm steht in leichter Pronation. Das Daumengrundgelenk steht in Extension und der Daumen in palmarer Abduktion.

²¹ In 45° Pronation und p.a.-Strahlengang liegen beide Hände mit den ulnaren Handkanten auf der Filmkassette. Der Patient hält beide Daumen parallel und presst sie zusammen, so dass sich die Grund- und Endgelenke jeweils berühren. Die Ebene der Daumennägel ist parallel zur Filmebene. Bei Instabilität im Sattelgelenk kommt es zur Subluxation der Basis des Metakarpale I nach dorso-radial.

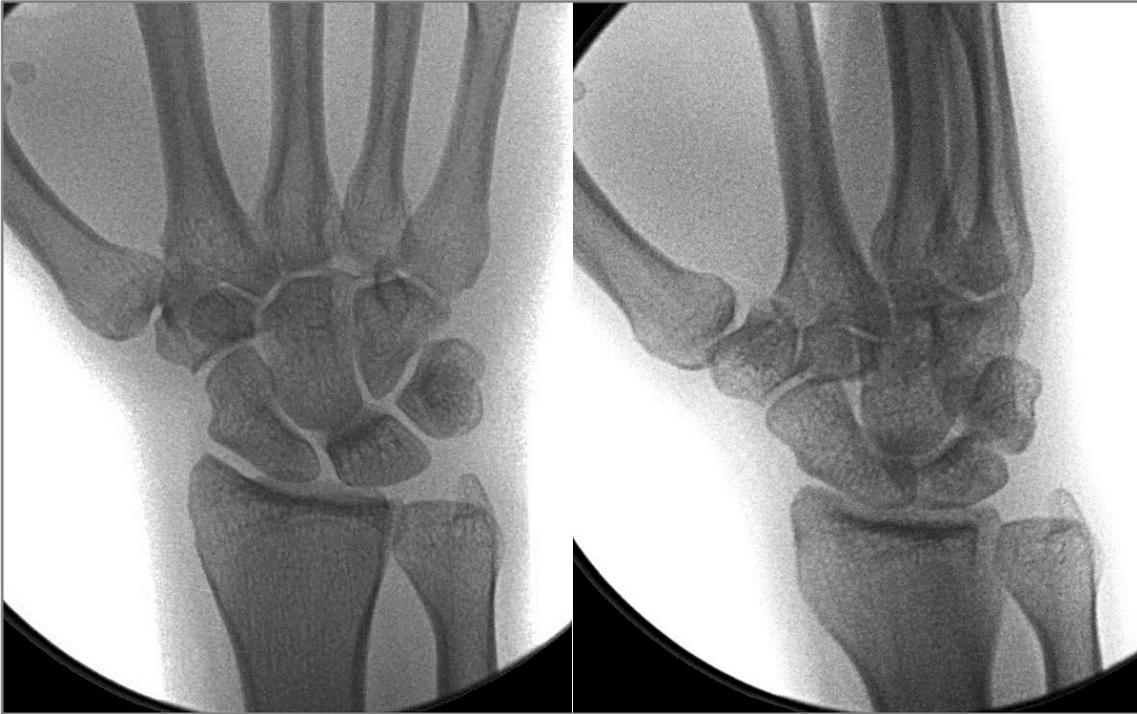


Abbildung 1.6.A. Normalbefund, rechtes Handgelenk des Autors. **Links:** P.a.-Aufnahme. Das Sattelgelenk ist nicht vollständig einsehbar. **Rechts:** Aufnahme nach Bett/Gedda: der ulnare Anteil des Sattelgelenkes und die ulnare Gelenkfläche des Trapeziums zum Trapezoideum hin sind ebenfalls einsehbar.



Abbildung 1.6.B. Belastungsaufnahme beider Daumensattelgelenke nach Eaton/Littler. Hände des Autors (asymptomatisch), dennoch leichte Subluxation der Metakarpale-I-Basen unter Belastung.

Stadien der Rhizarthrose das Ausmaß der Subluxation des Metakarpale I auf dem Trapezium nach dorso-radial erkennen. Siehe hierzu als Beispiel *Abbildung 1.6.B.*

Neben der gängigen Klassifikation degenerativer Veränderungen an anderen Gelenken nach Kellgren und Lawrence [81] ist bei der Rhizarthrose die **Stadieneinteilung nach Eaton-Littler [57]** üblich, die von den Autoren 1984 publiziert wurde.

Bei dieser Einteilung sollte berücksichtigt werden, dass Eaton und Littler bereits 1973 eine Klassifikation veröffentlicht hatten [79] und diese dann 1984 leicht modifizierten: während bei der ersten Version die Stellung der Basis des Metakarpale I (Grad der Subluxation) bei jeder der vier Stadien berücksichtigt wurde, wird bei der zweiten Version hingegen der Zustand des STT-Gelenkes berücksichtigt. Deshalb gibt es in der Literatur **mitunter unterschiedliche Beschreibungen der vier Stadien**. Zudem wurden durch andere Autoren zahlreiche Variationen der Klassifikation nach Eaton-Littler vorgeschlagen, so dass diesbezüglich ein gewisser „Wildwuchs“ herrscht.

Die neuere röntgenologische Klassifikation von Eaton und Littler von 1984 unterscheidet folgende Stadien (siehe *Abbildung 1.6.C*):

- **Stadium I:** Die Gelenkkonturen sind normal. Der Gelenkspalt des Sattelgelenkes kann leicht erweitert sein, bedingt durch den Gelenkerguss und den gelockerten Bandapparat.
- **Stadium II:** Der Gelenkspalt des Sattelgelenkes ist leicht verschmälert. Es bestehen minimale sklerotische Veränderungen des subchondralen Knochens. Osteophyten und/oder freie Gelenkkörper mit einer Größe von maximal 2 mm können im Sattelgelenk vorliegen. Das STT-Gelenk erscheint normal.
- **Stadium III:** Der Gelenkspalt des Sattelgelenkes ist merklich verschmälert oder ganz aufgehoben, mit zystischen Veränderungen, sklerosiertem Knochen und einem variablem Grad von dorsaler Subluxation. Osteophyten und/oder freie Gelenkkörper mit einem Durchmesser von mehr als 2 mm liegen vor. Das STT-Gelenk erscheint normal.
- **Stadium IV:** Komplette Destruktion des Sattelgelenkes wie im Stadium III. Zudem ist der Gelenkspalt des STT-Gelenkes verschmälert mit sklerotischen und zystischen Veränderungen.

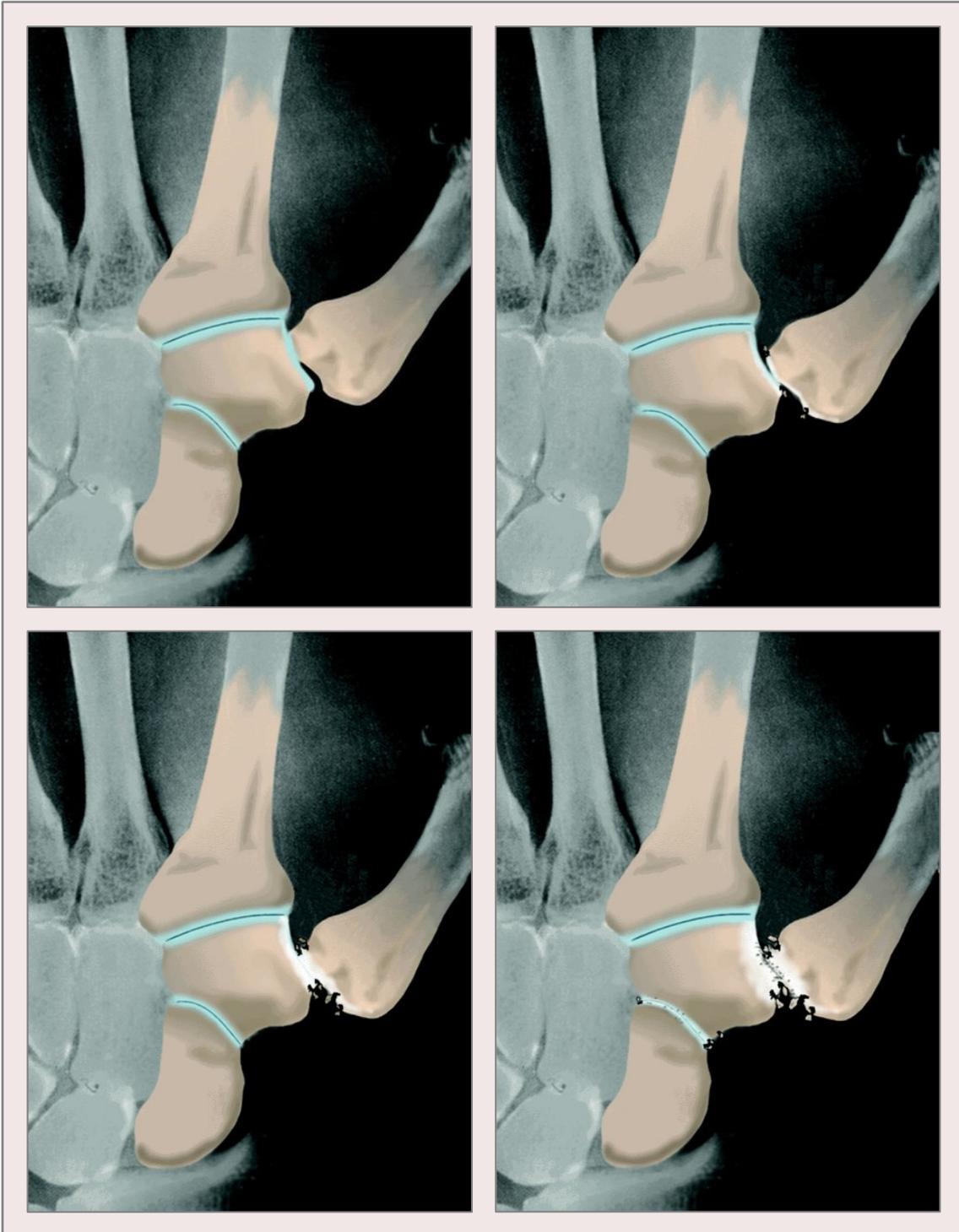


Abbildung 1.6.C. Stadieneinteilung der Rhizarthrose nach Eaton und Littler. **Oben links:** Stadium I. **Oben rechts:** Stadium II. **Unten links:** Stadium III. **Unten rechts:** Stadium IV.

Abbildungen unverändert übernommen aus Cook und Lalonde 2008 [72], mit Erlaubnis des Rechteinhabers Wolters Kluwer Health über RightsLink.

Diese Stadieneinteilung soll nach den Vorgaben der Autoren anhand von seitlichen Röntgenaufnahmen durchgeführt werden. Problematisch hierbei ist, dass die strengen Qualitätskriterien für diese Aufnahmen²² in der Praxis meist nicht erfüllt werden.[78] Zudem zeigte sich, dass die Stadieneinteilung anhand von seitlichen und p.a.-Aufnahmen nur eine mäßige Verlässlichkeit/Reproduzierbarkeit hat, und zwar sowohl hinsichtlich der Ergebnisse zwischen verschiedenen Untersuchern (Interobserver-Reliabilität) als auch hinsichtlich der Ergebnisse des einzelnen Untersuchers bei der Beurteilung von verschiedenen Röntgenprojektionen beim gleichen Patienten (Intraobserver-Reliabilität).[82]

Deshalb wurde von Dela Rosa et al. [78] vorgeschlagen, die Stadieneinteilung nach Eaton-Littler anhand von p.a.-, seitlichen und Aufnahmen nach Bett/Gedda durchzuführen. Dadurch konnte insbesondere die Intraobserver-Reliabilität verbessert werden. Die Interobserver-Reliabilität verbesserte sich zwar ebenfalls, blieb aber dennoch mäßig. Die **Problematik der unzuverlässigen Stadieneinteilung** besteht somit auch bei Verwendung von drei Projektionen, weshalb die Stadieneinteilung generell mit Skepsis betrachtet werden sollte.

Hinzu kommt, dass sich in mehreren Studien eine **schlechte Übereinstimmung von röntgenologischer Stadieneinteilung und tatsächlichem Zustand der Gelenkflächen** zeigte – nicht nur am Sattelgelenk, sondern auch an den umgebenden Gelenken:

Bei North und Eaton wurde 1983 [83] eine peritrapeziale Arthrose radiologisch in 73 % der Patienten mit Rhizarthrose diagnostiziert, sie bestätigte sich aber nur in 46 % der Fälle am anatomischen Präparat. Die Autoren gaben als Hauptursache die **radiologische Fehlinterpretation** von Osteophyten in der Nähe des Gelenkes Trapezium-Metakarpale II an.

Bade et al. fanden 1994 [40] in einer Leichenstudie 41 % falsch positive Ergebnisse im Gelenk Trapezium/Metakarpale II: der radiologische Verdacht auf eine Arthrose bestätigte sich am anatomischen Präparat nicht.

²² Streng seitliche Aufnahme des Daumens, zentriert auf das Trapezium, mit Überlagerung beider Sesambeine des Daumens.

Brown et al. fanden 2003 [41] eine schlechte Übereinstimmung von nur 39 % zwischen radiologischer Diagnose und tatsächlicher Pathologie des STT-Gelenkes. Im Röntgenbild wurde die Ausprägung der Arthrose unterschätzt. Die Autoren empfahlen deshalb eine Exploration dieses Gelenkes bei Resektionsarthroplastiken des Sattelgelenkes, um den wahren Grad der Arthrose festzustellen.

Im Gegensatz dazu stellten Koff et al. 2003 [84] in einer Leichenstudie fest, dass die visuelle Stadieneinteilung am anatomischen Präparat fast eine Stufe höher war als die zuvor röntgenologisch festgelegte: der tatsächliche Knorpelschaden im Sattelgelenk war größer als radiologisch vermutet. Sie folgerten, dass sich radiologisch eher fortgeschrittene Stadien erkennen lassen und dass die **radiologische Diagnostik im frühen Stadium der Rhizarthrose wenig sensitiv** ist.

Dies stimmt mit den Ergebnissen von Xu et al. von 1998 [16] überein, die feststellten dass die Knorpeldicke im Sattelgelenk erst im Endstadium der Rhizarthrose relevant abnimmt. In frühen Stadien kommt es zunächst zu einer Knorpeldegeneration mit Demaskierung der Kollagenfibrillen, größer werdenden Defekten und Spaltbildungen. Dies erklärt die Tatsache, dass **radiologisch eine Gelenkspaltverschmälerung erst spät sichtbar** wird.

Neben der radiologischen Diagnostik und Klassifikation der Rhizarthrose wurden mit zunehmender Popularität der Arthroskopie des Sattelgelenkes entsprechende Klassifikationen vorgeschlagen, wobei die **arthroskopische Klassifikation nach Badia [85]** am weitesten verbreitet ist:

- **Stadium 1:** Intakter Gelenkknorpel. Ruptur des „*dorsoradial ligament*“ mit diffuser Synovialitis. Ausdünnung des „*anterior oblique ligament*“.
- **Stadium 2:** Vollsichtiger Knorpelverlust mit freiliegendem sklerosiertem Knochen (Knorpelglätze) im ulnaren Drittel der Basis des Metakarpale I und im zentralen Drittel der distalen Gelenkfläche des Trapeziums. Ruptur des „*dorsoradial ligament*“ mit stärker ausgeprägter Synovialitis. Konstante Ausdünnung des „*anterior oblique ligament*“.

- **Stadium 3:** Ausgedehnter vollschichtiger Knorpelverlust mit oder ohne Ausbildung von Ausziehungen an den peripheren Bereichen beider Gelenkflächen. Weniger stark ausgeprägte Synovialitis. Aufgefaserte palmare Bänder mit Instabilität.

1.7. Konservative Therapie

Als Grundlage eines konservativen Behandlungsschemas der Rhizarthrose können die **evidenzbasierten Empfehlungen der EULAR** (European League Against Rheumatism) aus dem Jahr 2007 dienen.[4] Sie sehen folgende Strategien zur Behandlung von Arthrose der Hände vor:

1. Ein optimales Management der Arthrose der Hände erfordert eine **Kombination von nicht-pharmakologischen und pharmakologischen Behandlungsstrategien**, die individuell auf die Bedürfnisse des Patienten zugeschnitten sind. Level of Evidence: IV²³.
2. Die **Behandlung** der Arthrose der Hände **sollte individuell zugeschnitten sein** entsprechend der Lokalisation der Arthrose, den Risikofaktoren, dem Vorhandensein von Entzündung, des Schweregrades der strukturellen Veränderungen, der Ausprägung des Schmerzes, der Behinderung, den Einschränkungen der Lebensqualität, den Ko-Morbiditäten und Ko-Medikationen, und den Wünschen und Erwartungen des Patienten. Level of Evidence: IV.

²³ Level of Evidence:

Ia: Evidenz durch wenigstens eine Meta-Analyse auf der Basis methodisch hochwertiger, randomisiert-kontrollierter Studien.

Ib: Evidenz aufgrund von mindestens einer ausreichend großen, methodisch hochwertigen randomisiert-kontrollierten Studie.

Ila: Evidenz aufgrund von mindestens einer gut angelegten (methodisch hochwertigen), jedoch nicht randomisiert-kontrollierten Studie.

Ilb: Evidenz aufgrund von mindestens einer gut angelegten, quasi-experimentellen Studie.

III: Evidenz aufgrund von gut angelegten, nicht-experimentellen, deskriptiven Studien wie etwa Vergleichsstudien, Korrelationsstudien oder Fall-Kontroll-Studien.

IV: Evidenz aufgrund von Experten-Ausschüssen, von Expertenmeinungen oder von klinischen Erfahrungen (Meinungen und Überzeugungen) anerkannter Autoritäten, beschreibende Studien.

V: Fallserien, oder eine oder mehrere Expertenmeinungen.

3. **Schulungen über gelenkschützende Maßnahmen und Übungsregimes** werden allen Patienten mit Arthrose der Hände empfohlen. Level of Evidence: IV.
4. **Lokale Wärmebehandlung**, insbesondere vor Übungen, und **Ultraschallbehandlungen** sind vorteilhafte Behandlungen. Level of Evidence: IV.
5. Zur Behandlung der Rhizarthrose werden **Schienen oder Orthesen** empfohlen, die eine Fehlstellung des Daumens vermeiden oder korrigieren. Level of Evidence: IV.
6. **Lokale Behandlungen sind systemischen Behandlungen vorzuziehen**, insbesondere bei milden bis moderaten Schmerzen und wenn nur wenige Gelenke betroffen sind. Topische Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) und Capsaicin sind effektive und sichere Behandlungsmethoden bei Arthrose der Hände. Level of Evidence: Ia.
7. Wegen dessen Effizienz und Sicherheit ist **Paracetamol** (bis zu 4 g pro Tag) das **orale Analgetikum der ersten Wahl**. Sollte diese Behandlung erfolgreich sein, dann ist Paracetamol das bevorzugte orale Langzeit-Analgetikum. Level of Evidence: IV.
8. **Orale NSAR** sollten bei Patienten, die nicht adäquat auf Paracetamol ansprechen, **in der geringsten effektiven Dosierung** und für die kürzeste mögliche Dauer eingesetzt werden. Bei Patienten mit erhöhten gastrointestinalen Risikofaktoren sollten nicht-selektive NSAR in Kombination mit gastroprotektiven Medikamenten eingesetzt werden, alternativ COX-2-Inhibitoren (Coxibe). Bei Patienten mit erhöhten kardiovaskulären Risikofaktoren sind Coxibe kontraindiziert, nicht-selektive NSAR sollten mit Vorsicht eingesetzt werden. Level of Evidence: Ia.
9. **SYSADOA (Symptomatic Slow Acting Drugs in Osteoarthritis)** wie Glucosamine, Chondroitinsulfat, ASU (Avocado/Soybean Unsaponifiables) und intraartikuläre Hyaluronsäure können symptomreduzierende Wirkung bei geringer Toxizität haben. Allerdings sind die therapeutischen Effekte gering, geeignete Patienten nicht definiert und klinisch relevante Strukturänderungen

und pharmako-ökonomische Wirkungen nicht bewiesen. Level of Evidence: Ib – IV (abhängig von der Stoffgruppe).

10. **Intraartikuläre Injektionen** mit Depot-Corticosteroiden sind effektiv bei schmerzhaften Episoden einer Arthrose, insbesondere bei Rhizarthrose. Level of Evidence: Ib.

11. Die **operative Therapie** ist eine effektive Behandlungsmethode bei schwerer Rhizarthrose und sollte bei Patienten in Betracht gezogen werden, die ausgeprägte Schmerzen und/oder Einschränkungen haben und bei denen konservative Maßnahmen versagt haben. Level of Evidence: III.

Einige Studien befassten sich mit therapeutischen **Injektionen in das Daumensattelgelenk**, mit teilweise konträren Ergebnissen:

Fuchs et al. [86] verglichen in einer prospektiven Studie die intraartikuläre Injektion von Hyaluronsäure²⁴ und von Kortison (Triamcinolon). Nach dreimaliger Injektion von Hyaluronsäure waren eine effektive Schmerzreduktion und eine Verbesserung der Gelenkfunktion zu erreichen. Im Vergleich zum Verlauf nach Kortisoninjektion stellte sich dieser Effekt nach Injektion von Hyaluronsäure zwar langsamer ein, die Wirkung nach sechs Monaten war jedoch noch etwas besser als nach Kortisoninjektion.

Meenagh et. al [87] fanden in einer doppelblind-randomisierten Studie keinen klinischen Vorteil nach intraartikulärer Kortisoninjektion gegenüber Injektion eines Placebos.

²⁴ **Hyaluronsäure** ist die wichtigste hydrodynamische nicht-Protein Komponente der Synovialflüssigkeit. Ihre einzigartigen viskoelastischen Eigenschaften verleihen der Synovialflüssigkeit Shock-absorbierende und schmierende Eigenschaften. Hyaluronsäure ist hydrophil und bindet Flüssigkeit in der Gelenkhöhle. Sie behindert den Eintritt großmolekularer Plasmaproteine und Zellen in die Synovialflüssigkeit. Sie erleichtert den Stoffaustausch zwischen den Synovialkapillaren und dem Gelenkknorpel. Sie interagiert mit proinflammatorischen Mediatoren und vermindert durch die Bindung an spezifische Zellrezeptoren die Proliferation, Migration und Genexpression von Entzündungszellen. Durch Abschwächung der Aktivität proinflammatorischer Mediatoren und schmerzinduzierender Neuropeptide, die von aktivierten Synovialzellen freigesetzt werden, kann Hyaluronsäure die Symptome von Arthrose reduzieren.[191]

Heyworth et al. [88] verglichen in einer randomisiert-kontrollierten Studie die intra-artikuläre Injektion von Hyaluronsäure, Kortison und Placebo. In allen drei Gruppen war eine Schmerzreduktion nach zwei Wochen zu verzeichnen. Die Patienten der Kortison- und der Placebo-Gruppe hatten nach vier Wochen signifikant weniger Schmerzen als zu Beginn, dieser Effekt verschwand jedoch nach 12 Wochen. Nur in der Hyaluronsäure-Gruppe dauerte die Schmerzreduktion auch noch nach 26 Wochen an. Die Autoren fanden allerdings zum keinem Zeitpunkt einen statistisch signifikanten Unterschied im Schmerzniveau zwischen den drei Gruppen.

Ingegnoli et al. [89] fanden, dass sonografisch unterstützte Injektionen von Hyaluronsäure in das Sattelgelenk die lokale Inflammation und den Schmerz effektiv reduzieren.

1.8. Operative Therapie

Patienten bei denen konservative Therapieversuche versagt haben sind potentielle Kandidaten für operative Interventionen.[4]

In der Vergangenheit befassten sich viele Autoren mit Operationsverfahren zur Behandlung der symptomatischen Rhizarthrose, es findet sich eine **Vielzahl von Publikationen**. Eine aktuelle PubMed-Recherche mit den Suchbegriffen „thumb carpometacarpal surgery“ ergibt 437 Treffer. Meist handelt es sich bei neuen Behandlungsmethoden jedoch um **Modifikationen von etablierten Techniken**.

Mehr oder weniger alle Operationsverfahren haben spezifischen Vor- und Nachteile. Manche Verfahren sind relativ einfach durchzuführen, andere beinhalten anspruchsvolle Techniken. Der behandelnde Chirurg muss unter ihnen auswählen. Meist hat ein Chirurg bevorzugte Techniken, die er häufig und mit kleinen Variationen zum Original erfolgreich anwendet. Während manche Chirurgen auf autogenes Material setzen, bevorzugen andere biologische oder künstliche Implantate. Chirurgen bleiben oft den Techniken treu, die sie während ihrer (hand-)chirurgischen Ausbildung erlernt haben.[73]

Im Folgenden werden die wichtigsten Operationsverfahren dargestellt.

1.8.1. Denervation des Daumensattelgelenkes

Die Möglichkeit der Denervation (Denervierung) des Daumensattelgelenkes **beruht auf den Arbeiten von Albrecht Wilhelm**, der 1958 [90] in seiner Habilitationsschrift die Innervation der Gelenke der oberen Extremität und auf dieser Grundlage 1966 [91] die Techniken der Denervation der Hand- und Fingergelenke vorstellte.

Bei der Gelenkdenervation handelt es sich um eine **Palliativmaßnahme**, welche die grundlegende Pathologie des Gelenkes unberührt lässt und lediglich die Nozizeption unterbricht.

Afferente Signale der Nozizeption und der Propriozeption laufen aus dem Daumensattelgelenk über die Äste des *R. superficialis n. radialis* und des *N. cutaneus antebrachii radialis*, über den *R. articularis spatii interossei I* und die *Gelenkäste des N. digitalis dorsalis proprius I* und des *R. articularis r. palmaris n. mediani*. Diese Nerven können operativ gezielt unterbrochen werden.[91]

Die Denervation kann in beginnenden Stadien der Rhizarthrose eingesetzt werden, gegebenenfalls in Kombination mit einer Synovialektomie.

Während die Wirkung der Denervation des Handgelenkes umfassend untersucht wurde, gibt es **keine relevanten klinischen Studien** zur Denervation des Daumensattelgelenkes.

1.8.2. Arthroskopie des Daumensattelgelenkes

Die Arthroskopie des Daumensattelgelenkes wurde **erstmalig 1996 von Menon** [92] **beschrieben**, in Zusammenhang mit der Darstellung der arthroskopisch unterstützten Teilresektion des Trapeziums mit Interpositionsarthroplastik.

Die Arthroskopie **kann zum Staging eingesetzt werden** (siehe hierzu [1.6. Diagnostik der Rhizarthrose und Stadieneinteilung](#)). Sie eignet sich insbesondere zur Erfassung von Knorpelschäden, Synovialitis und Bandinstabilität in frühen Stadien der Rhizarthrose.

1997 beschrieb Berger [93] ausführlich die Technik der Arthroskopie unter Verwendung eines 1,9mm-Arthroskopes und vertikaler Extension des Daumens mit 2,5 - 3,5 kg. Die Standard-Zugänge liegen radial der Sehne des M. abductor pollicis longus (**1R-Portal**) und ulnar der Sehne des M. extensor pollicis brevis (**1U-Portal**).

Walsh et al. [94] beschrieben einen weiteren Zugang von palmar (**Thenar-Portal**), der die Darstellung des dorsalen Gelenkabschnittes und der wichtigen dorsalen Bänder erlaubt.

Im Verlauf wurden die arthroskopisch unterstützten invasiven Techniken weiterentwickelt.

Die **Radiofrequenz-Ablation** ist zur Abtragung von Synovialitis und zur Behandlung fokaler Knorpelschäden geeignet. Ligamentäre Instabilität und Kapselschwäche kann durch thermisches Kapselshrinking behandelt werden.[95]

Neben der ursprünglich von Menon beschriebenen Technik wurden weitere **arthroskopische Techniken der Teil-Trapezektomie** (zur offen chirurgischen Trapezektomie siehe 1.8.6. *Resektionsarthroplastiken*) publiziert: in Kombination mit Suspensions-Interpositions-Arthroplastik,[96] in Kombination mit thermischem Kapselshrinking [97] oder in Kombination mit simultaner Behandlung einer STT-Arthrose durch arthroskopische Resektion sowohl des distalen als auch des proximalen Anteils des Trapeziums.[98]

Diese Techniken **können gegenüber den klassischen offenen Techniken Vorteile haben**: geringere Vernarbungen, geringere Risiken für Gefäß- und Nervenverletzungen, geringere Proximalisierung des Metakarpale I, geringere Deformität und verbessertes Aussehen, sowie schnellere Rekonvaleszenz. Jedoch sind die entsprechenden Studienergebnisse noch nicht aussagekräftig genug, um dies tatsächlich zu belegen.[97]

1.8.3. Bandplastiken am Daumensattelgelenk

Im Stadium I und II nach Eaton-Littler kann eine ausgeprägte Instabilität des Daumensattelgelenkes vorliegen, die radiologisch als Subluxation der Basis des Metakarpale I nachweisbar ist und klinisch durch entsprechende Prüfung erkannt werden kann.

Eaton und Littler beschrieben bereits 1973 [79] die **Behandlung des schmerzhaft instabilen Daumensattelgelenkes durch eine Bandplastik** mit Anteilen der Sehne des M. flexor carpi radialis (**FCR-Sehne**). Diese heute noch populäre Technik trägt deshalb ihren Namen.

Die Autoren berichteten in ihrer Publikation von 1973 über die Behandlung von 18 Patienten und erzielten 16 sehr gute oder gute Ergebnisse bei Patienten im Stadium I und II.

Operationstechnisch wird bei der **Bandplastik nach Eaton-Littler** die Hälfte der FCR-Sehne in Längsrichtung abgespalten, proximal durchtrennt und distal am Ansatz an der Basis des Metakarpale II belassen. Dieser Sehnenstreifen wird durch ein Bohrloch in der Basis des Metakarpale I von palmar nach dorsal gezogen, unter der Sehne des M. abductor pollicis longus (APL-Sehne) hindurchgeleitet, palmar um die restliche FCR-Sehne geschlungen und dorsal unter Spannung mit der APL-Sehne vernäht. Siehe hierzu *Abbildung 1.8.3.A*.

Der Gedanke der Autoren bei dieser Technik war, durch die Bandplastik das „*volar ligament*“ (entsprechend dem „*beak ligament*“, siehe hierzu [1.2. Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenkes](#)) zu verstärken. Letztlich wird jedoch durch den Verlauf des FCR-Sehnenstreifens der dorsale Bandkomplex ebenfalls verstärkt, weshalb diese Technik auch unter aktuellen biomechanischen Gesichtspunkten sinnvoll ist.

Der Eingriff stellt eine **präventive Maßnahme** dar: Ziel ist, die Gelenkinstabilität zu beseitigen und dadurch die Progression der Rhizarthrose zu vermeiden oder zu verzögern. In fortgeschrittenen Stadien der Rhizarthrose (bei manifestem Knorpelschaden) ist diese Technik nicht mehr erfolgsversprechend.

Brunelli et al. beschrieben 1989 [99] eine ähnliche **Technik zur Bandrekonstruktion** mit einem Teil der **APL-Sehne**, der durch Bohrlöcher in der Basis des Metkarpale I und des Metakarpale II gezogen wird. Sie erzielten damit in 12 Fällen sehr gute Ergebnisse.

Rust und Tham beschrieben 2011 [100] eine Technik, bei der mit Anteilen der FCR-Sehne der Verlauf der intermetakarpalen und der dorsalen Bänder verstärkt wird. Die Autoren berichteten ebenfalls über gute Ergebnisse mit signifikant reduziertem Schmerzniveau und verbesserter Kraft.

1.8.4. Osteotomie des Metakarpale I und des Trapeziums

Wilson beschrieb 1973 [101] die Korrekturosteotomie des Metakarpale I zur Behandlung von fortgeschrittenen Stadien der Rhizarthrose.

Er führte 1 cm distal der Basis des Metakarpale I eine dorsale Keilosteotomie durch: nach Resektion einen 5 mm breiten Keils und Verschluss den Defektes durch eine ossäre Drahtnaht (**closing wedge osteotomy**) resultiert eine Abduktion des Metakarpale I von 20° - 30°. **Dadurch ändert sich die Kraftübertragung im Sattelgelenk**, die primär vom Verschleiß betroffenen palmaren Areale sollen durch diese Maßnahme druckentlastet werden.

Hobby et al. [102] erzielten 1998 hervorragende oder gute Ergebnisse mit signifikanter Schmerzreduktion in 74 % bei 41 Patienten nach Umstellungsosteotomie in der Technik nach Wilson (mit K-Draht-Osteosynthese).

Pellegrini et al. [103] untersuchten in einer Leichenstudie 1996 die **biomechanischen Effekte der Umstellungsosteotomie** des Metakarpale I.

Sie zeigten, dass eine 30° dorsal schließende Osteotomie (Extensions-Osteotomie) zur effektiven **Druckentlastung der palmaren Gelenkflächen des Sattelgelenkes** führt. Die Druckspitzen im normalen Gelenk und im Gelenk mit beginnender Rhizarthrose verschieben sich dadurch von palmar nach dorsal. Im Gegensatz dazu hat die Osteotomie in fortgeschrittenen Stadien keinen positiven Effekt mehr, da die

Kraftübertragung bereits pathologisch verändert ist. Diesbezüglich widersprechen die Ergebnisse von Pellegrini et al. denen von Wilson, der diese Methode ursprünglich zur Behandlung von fortgeschrittenen Stadien der Rhizarthrose beschrieb.

Eine weitere Erklärung für die positive Wirkung der Osteotomie lieferten Miura et al. 2004.[19] Sie konnten in einer in-vivo Durchleuchtungsstudie zeigen, dass sich im beginnend arthrotischen Sattelgelenk im Vergleich zum gesunden Gelenk durch eine verstärkte Kippung des Metakarpale I nach palmar der Drehpunkt bei Flexion-Extension nach dorsal verschiebt. Diese **pathologische Biomechanik kann durch die Umstellungsosteotomie zumindest teilweise korrigiert werden.**

Parker et al. berichteten 2008 [104] über exzellente funktionelle Ergebnisse bei 6 von 8 Patienten bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 9 Jahren nach 15° dorsal schließender Osteotomie. Sie betonten, dass durch dieses extraartikuläre Vorgehen zudem die **Möglichkeit für spätere Rettungseingriffe am Sattelgelenk** offen bleibt, und empfahlen diese Technik deshalb zur Behandlung bei beginnenden bis mittleren Stadien der Rhizarthrose.

Andere sahen die Wirkung der Osteotomie in einer indirekten Korrektur der Bandinstabilität:

Koff et al. [105] zeigten 2006 in einer biomechanischen Leichenstudie, dass durch eine 15° **dorsal schließende Osteotomie** eine ähnlich gute **Stabilisierung eines instabilen Sattelgelenkes** wie durch eine Bandplastik erreicht werden kann.

Tomaino kam 2011 [106] zum Ergebnis, dass durch eine 30° dorsal schließende Osteotomie die Gelenkinstabilität verbessert wird und die Kontaktareale im Sattelgelenk nach dorsal verschoben werden. Durch die Osteotomie wird das „*dorsoradial ligament*“ angespannt und das Sattelgelenk stabilisiert. Er erzielte mit dieser Operationstechnik bessere Ergebnisse bei Rhizarthrose im Stadium I als durch eine Bandplastik nach Eaton-Littler.

Cheema et al. fanden 2012 [107] in einer biomechanischen Leichenstudie, dass durch eine 15° **dorsoradial öffnende Osteotomie des Trapeziums** die Kraftverteilung im

Sattelgelenk ebenfalls unter Entlastung der ulnar-palmaren Gelenkabschnitte verändert werden kann. Zudem kann dadurch die radiale Subluxation des Metakarpale I reduziert werden. Diese Technik ist eine Alternative zur Extensionsosteotomie des Metakarpale I.

1.8.5. Endoprothesen und Spacer für das Daumensattelgelenk

Beginnend ab den 1970er Jahren wurden und werden Spacer, Total-Endoprothesen, Hemi-Endoprothesen und Oberflächenersatz-Implantate für das Daumensattelgelenk entwickelt. In den nächsten Jahren sind weitere relevante Studienergebnisse zu erwarten. Im Folgenden werden die wichtigsten Entwicklungen vorgestellt.

Swanson präsentierte 1970 [108] erstmals einen **Silikon-Spacer für das Daumensattelgelenk**.

Der Spacer (siehe *Abbildung 1.8.5.A*) wurde nach Resektion der Basis des Metakarpale I und nach Teilresektion des Trapeziums mit einem Stiel im Schaft des Metakarpale I verankert.

1972 beschrieb Swanson [109] die Operationstechnik und stellte Langzeitergebnisse vor, er bezeichnete die Technik als verlässlich und erzielte „*a stable, mobile, pain-free and powerful thumb.*“

Kessler berichtete 1973 [110] über „*great improvements*“ bei 16 von 17 Patienten nach Implantation eines ähnlichen Silikon-Spacers, den Kessler bereits 1966 entwickelt hatte.

Weitere Entwicklungen der folgenden Zeit erlangten keine relevante Verbreitung, wie die Injektion von flüssigem Silikon (welches in der nach Trapezektomie entstandenen Gelenkhöhle aushärtete) [111], Dacron-verstärkte Silikon-Spacer [112] oder ein Silikonball mit zwei Stielen [113] zur Verankerung proximal und distal.

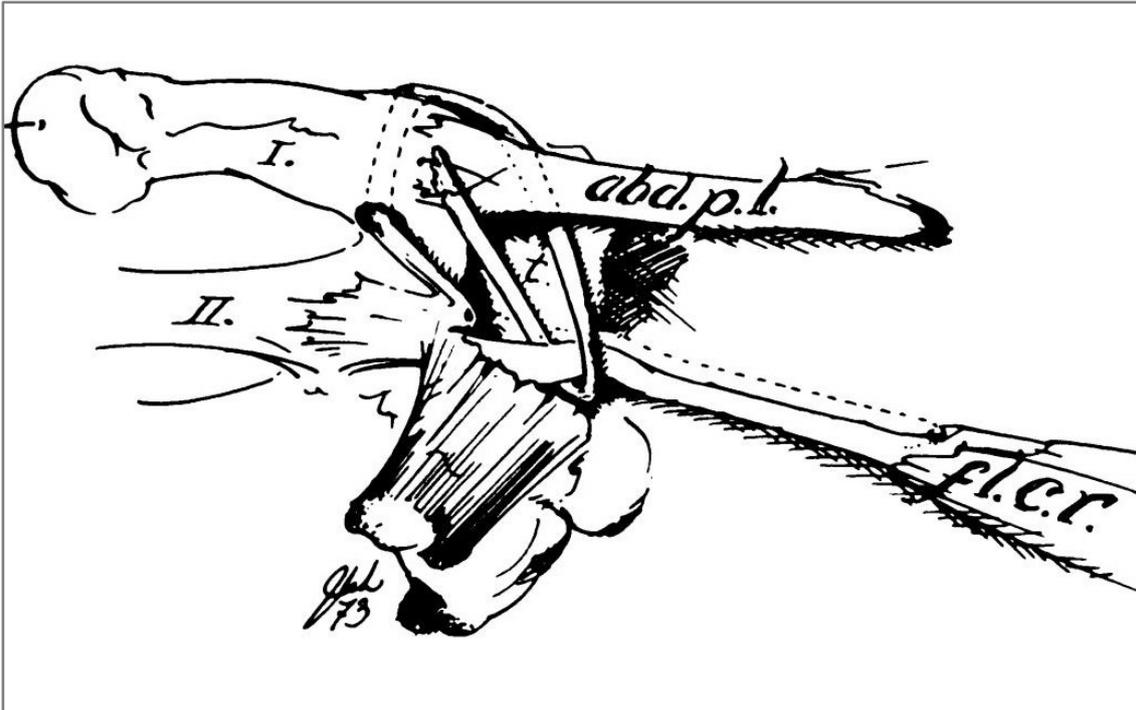


Abbildung 1.8.3.A. Bandplastik nach Eaton-Littler. Originalabbildung aus der Publikation von 1973.[79] *abd.p.l.* = Sehne des M. abductor pollicis longus. *fl.c.r.* = Sehne des M. flexor carpi radialis. *I.* und *II.* = Metakarpale I und II.
Unverändert übernommen mit Erlaubnis des Rechteinhabers Rockwater, Inc.



Abbildung 1.8.5.A. Swanson-Spacer für das Daumensattelgelenk. Originalabbildung aus der Publikation von 1972.[109]
Unverändert übernommen mit Erlaubnis des Rechteinhabers Rockwater, Inc.

Die **Hauptprobleme** der Silikon-Spacer waren stets **Luxation, Dislokation und Silikonabrieb mit Silikon-Synovialitis und zystischen Veränderungen** der umgebenden Knochen.

1981 publizierten Swanson et al. [114] Langzeitergebnisse nach Implantation von 150 Spacern mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 3,5 Jahren. Die Autoren berichteten über exzellente funktionelle und kosmetische Ergebnisse, allerdings kam es bei mehr als 20 % der Spacer zu Dislokationen oder Subluxationen.

Van Cappelle et al. berichteten 2001 [115] über Langzeitergebnisse nach Implantation von 45 Swanson-Spacern bei 35 Patienten. Bei einer Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 13,8 Jahren sahen die Autoren die Dislokation der Spacer als Hauptproblem. Zudem bemerkten sie häufig radiologische Zeichen einer Silikon-Synovialitis, die allerdings nicht zwangsläufig zu einem schlechten Ergebnis führte. Insgesamt waren die Ergebnisse schlecht, und die Autoren verwendeten diese Implantate seit 1991 deshalb nicht mehr.

Um das Problem der Silikon-Synovialitis zu umgehen, entwickelte Swanson ein Implantat aus Titan mit einer ähnlichen Form wie der ursprüngliche Silikon-Spacer. Dieses wurde wie der Silikon-Spacer in die Basis des Metakarpale I eingebracht („*convex condylar titanium basal joint arthroplasty*“). Das **Swanson Titanium Basal Thumb Implant** (Wright Medical) wurde 1985 in den Markt eingeführt.

Während Swanson et al. 1997 [116] über sehr gute Ergebnisse bei 89 von 92 Patienten berichteten, fanden Naidu et al. 2006 [117] eine hohe Komplikationsrate mit Dislokation bei 10 von 50 Implantaten innerhalb des ersten Jahres, sie setzten das Implantat deshalb nicht mehr ein.

Der **Artelon-Spacer** (Artimplant) ist ein Beispiel für einen resorbierbaren Spacer. Er wurde 2003 in den europäischen Markt eingeführt und besteht aus einem Polyurethan-Harnstoff-Polymer. Während der Resorptionsphase dient der Spacer als **Gerüst für einwachsendes Gewebe** und soll dadurch einen dauerhaften biologischen Spacer schaffen.

Das Implantat wurde kontrovers diskutiert. Manche Autoren konnten keinen Vorteil dieses Spacers gegenüber einer Resektions-Suspension-Arthroplastik erkennen, [118][119] andere fanden eine signifikant verbesserte Kraft beim Lateralgriff in der Gruppe der Spacer.[120] Aktuelle Studien von 2011 zeigten sowohl signifikant verbesserte Funktion und reduzierten Schmerz bei einer Nachbeobachtungszeit von 4 Jahren,[121] als auch eine hohe Komplikationsrate von 41 % mit Osteolysen, starker Schwellung, verzögerter Wundheilung und persistierenden Schmerzen.[122]

Die erste **Total-Endoprothese** für das Daumensattelgelenk wurde von **de la Caffinière** entwickelt und 1971 vorgestellt. Bei dem Implantat handelte es sich um eine zweiteilige, gekoppelte Konstruktion aus einer distalen Stahlkomponente mit Hals, Schaft und Kopf aus einem Stück und einer proximalen Polyethylen-Pfanne, in die der Kopf eingeklickt wurde („**ball and socket**“). Beide Komponenten wurden zementiert. Erklärtes Ziel dieser Prothesenentwicklung und ein Anliegen von de la Caffinière war, die Länge und die Kraft des Daumens zu erhalten.

Das erste kommerziell erhältliche Produkt trug den Namen **Francobal-Endoprothese** (siehe *Abbildung 1.8.5.B*) und kam 1974 auf den Markt. Die Indikation sah de la Caffinière bei isolierter Rhizarthrose im Stadium II und III nach Eaton-Littler.

De la Caffinière und Aucouturier publizierten 1971 [123] eine Serie von 34 Patienten mit einer Nachbeobachtungszeit von 6 Monaten bis 5 Jahren. Zwei Drittel der Patienten zeigten ein gutes Ergebnis, in 5 Fällen kam es zur Lockerung der proximalen Komponente im Trapezium aufgrund von operationstechnischen Fehlern.

Guggenheim-Gloor et. al untersuchten 2000 [124] die mittelfristigen Ergebnisse nach Implantation von 43 de la Caffinière-Prothesen mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 63 Monaten. 10 Prothesen mussten im Verlauf revidiert werden. Knapp die Hälfte der Patienten war bei der Nachuntersuchung schmerzfrei. Als Vorteil gegenüber anderen Operationsverfahren zeigte sich eine kurze postoperative Rehabilitation. Problematisch waren eine sehr hohe Migrationsrate der Prothesenpfannen und eine geringe Überlebensrate der Prothesen von nur 66 % nach 68 Monaten.

Die Autoren folgerten, dass das **Problem** im Prothesendesign liegt: **die Konstruktion als Kugelgelenk ist unphysiologisch**. Der Ersatz des komplexen Sattelgelenkes durch ein Kugelgelenk führt zu einer gänzlich veränderten Biomechanik mit einem fixierten Rotationszentrum. Die dadurch entstehenden Scherkräfte führen zur Lockerung der Prothesenpfanne im Trapezium.

Es wurden einige Nachfolgemodelle der Prothese von de la Caffinière und ähnliche Konstruktionen (ball and socket) entwickelt, die meisten konnten sich gegenüber der Originalprothese jedoch nicht durchsetzen. **Insgesamt wurde dieses Prothesendesign kontrovers diskutiert.**[125]

Im Jahr 2001 stellte **de la Caffinière** [126] die Langzeitergebnisse von 13 Fällen mit einer Nachbeobachtungszeit von bis zu 17 Jahren vor. Dabei betonte er das Problem der Hyperextensions-Instabilität des Daumengrundgelenkes, das in Kombination mit einer Lockerung der distalen Schaftkomponente zu einer Adduktionskontraktur des Metakarpale I führt, was nachfolgend zur Lockerung und zum Versagen der proximalen Komponente führt.

Er **empfahl die Prothese nur als letzte Möglichkeit bei starken Schmerzen** zu verwenden.

In einer aktuellen Studie berichteten Johnston et al. 2012 [127] von zufriedenstellenden Ergebnissen nach Implantation von 39 de la Caffinière-Prothesen (Nachfolgemodell) bei 26 Patienten mit einer Nachbeobachtungszeit von 16 - 26 Jahren, die Überlebensrate der Prothesen betrug 73,9 %.

Als weitere Variante einer Kugelgelenk-Prothese wurde 1996 die **Elektra-Prothese** (Fixano/SBI) in den Markt eingeführt. Bei dem Implantat handelt es sich um eine dreiteilige, ungekoppelte und nicht-zementierte Prothese mit **Stahl/Stahl-Kugelgelenk**. Ein anatomisch geformter Titanschaft wird pressfit in die Basis und den Schaft des Metakarpale I eingebracht. Eine Stahlpfanne wird in das Trapezium eingeschraubt. Ein Stahlhals/-kopf wird in den Titanschaft geschoben und artikuliert mit der Pfanne im Trapezium.

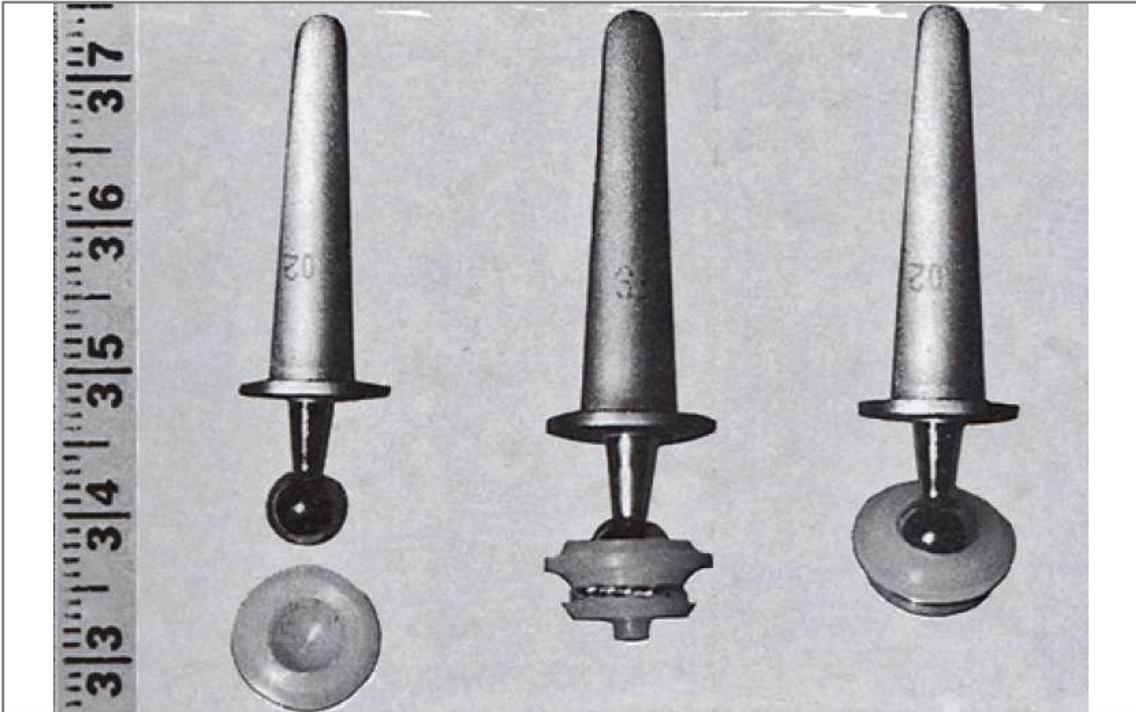


Abbildung 1.8.5.B. Francobal-Endoprothese nach de la Caffinière.

Abbildung übernommen aus Helbig 1989 [192] mit Erlaubnis des Rechteinhabers Springer über RightsLink.



Abbildung 1.8.5.C. Elektra-Prothese mit Dislokation der proximalen Komponente.

Patientin C. S. (44 Jahre alt) aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg. Z. n. auswärtiger Prothesenimplantation 5 Jahre zuvor, seit 6 Monaten zunehmende Beschwerden.

2006 stellte Regnard [128] die Ergebnisse nach Implantation von 100 Elektroprothesen vor und berichtete von 83 guten Ergebnissen bei einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 54 Monaten. Die häufigsten Komplikationen waren Prothesendislokationen in 7 Fällen (5 davon nach schwerem Trauma), fehlende Osteointegration der Prothesenpfanne im Trapezium in 15 Fällen und Einsinken des Prothesenschaftes im Metakarpale I in 2 Fällen.

Siehe *Abbildung 1.8.5.C* als Beispiel für eine Prothesendislokation.

Ein weiterer Ansatz war die **Entwicklung von Endoprothesen aus Pyrocarbon**. Pyrocarbon (pyrolytic carbon) ist ein synthetisches Material, das erstmals in den 1960er Jahren hergestellt wurde. Es hat ein Elastizitätsmodul, das mit dem von kortikalem Knochen vergleichbar ist. **Im Gegensatz zu Titan kommt es bei Pyrocarbon nicht zu einer Osteointegration.**[129]

Pyrocarbon-Prothesen wurden ab 1979 zunächst an den Fingergrundgelenken eingesetzt, mit guten Langzeitergebnissen.[130]

Martinez de Aragon et al. publizierten 2009 [131] erste Ergebnisse nach Implantation von 54 Pyrocarbon-Sattelgelenksprothesen (Ascension Orthopedics) bei 45 Patienten mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 22 Monaten.

Die **Ascension-Hemiprothese** wird nach Resektion der Basis des Metakarpale I mit ihrem Schaft pressfit im Schaft des Metakarpale I verankert. In die distale Gelenkfläche des Trapeziums wird eine Pfanne gefräst, mit welcher der hemisphärische Prothesenkopf artikuliert.

Die Überlebensrate der Prothesen lag bei 80 %. Es zeigte sich eine hohe Rate an Komplikationen mit Subluxation der Prothesen in 19 % der Fälle, bedingt durch eine zu flache Pfanne im Trapezium. 81 % der Patienten waren mit dem Ergebnis zufrieden. Die Autoren erklärten, dass diese Prothese eine akzeptable Option für die Behandlung der Rhizarthrose sein könnte, weitere Studien seien jedoch nötig.

Szalay et al. stellten 2009 [132] ein weiteres Implantat aus Pyrocarbon vor. Beim **PI² von Bioprofile** handelt es sich um ein linsenförmiges Implantat, das nach Trapez-

ektomie als **Spacer** fungiert. Es wird lediglich in die Gelenkhöhle eingelegt und nicht fixiert.

Nach Implantation von 32 Spacern kam es in 4 Fällen zu einer Luxation des Spacers. Die Autoren berichteten von 80 % sehr guten und guten Ergebnissen, erklärten jedoch dass das Implantat aufgrund der Luxationen und der hohen Kosten kritisch diskutiert werden müsse.

Um insbesondere das Problem der Implantatlockerung zu lösen, wurde ein weiterer Typ von Endoprothesen entwickelt: der **Oberflächenersatz**.

Ein Beispiel hierfür ist die **Avanta SR-TMC Prothese** (Avanta Orthopaedics). Die zweiteilige, beidseits zementierte, ungeführte Konstruktion besteht aus einer distalen Komponente aus Polyethylen und einer proximalen aus Stahl. Durch diese werden die Gelenkflächen der Basis des Metakarpale I und des distalen Trapeziums ersetzt (*“total surface replacement”*).

Van Rijn und Gosens publizierten 2010 [133] mittelfristige Ergebnisse nach Implantation von 15 Prothesen bei 13 Patienten mit einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 36 Monaten. Es zeigte sich im Vergleich zu präoperativ keine signifikante Verbesserung der Beweglichkeit, der Kraft und der Funktion der operierten Hand. Prothesenlockerungen kamen nicht vor.

1.8.6. Arthrodeese des Daumensattelgelenkes

Die Arthrodeese des Sattelgelenkes geht auf **Müller** zurück, der die Technik **1949** erstmals beschrieb.[134]

Die **Indikation** für diesen Eingriff wird **typischerweise bei jungen Patienten** mit fortgeschrittener Rhizarthrose oder (posttraumatischer) Instabilität des Sattelgelenkes gestellt, insbesondere wenn diese Patienten einer **manuellen Tätigkeit** nachgehen.[135][6][136][137][138]

Eine **vorbestehende STT-Arthrose** ist für die viele Autoren eine **Kontraindikation** für die Sattelgelenks-Arthrodese.[6][137][139]

Rizzo et al. [140] empfahlen, die **Arthrodese in 20 - 30° radialer Abduktion und 35 - 45° palmarer Abduktion des Metakarpale I** durchzuführen. Zudem sollte der Daumen in leichter Pronation stehen, so dass die Daumenkuppe beim Lateralgriff plan auf der radialseitigen Zeigefingerkuppe zu liegen kommt.

Verschiedene Arten der Osteosynthese sind bei der Arthrodese möglich: Zuggurtung, Platten, Klammern, K-Drähte, jeweils mit oder ohne Spongiosaplastik. Zudem wurde eine extraartikuläre Technik beschrieben, bei der die Gelenkflächen nicht reseziert werden und die Arthrodese durch zwei Herbertschrauben durchgeführt wird.[135]

Als Beispiel für eine Arthrodese des Sattelgelenkes durch Plattenosteosynthese siehe *Abbildung 1.8.6.A*.

Nach einer Arthrodese des Sattelgelenkes verbleibt eine Restbeweglichkeit des Verbundes Metakarpale/Trapezium. Die Bewegungen finden dabei in den benachbarten Gelenken statt, insbesondere im STT-Gelenk. Dadurch **kommt es zur erhöhten Kraftübertragung in diesen peritrapezialen Gelenken**, was zu Instabilität, Schmerz und sekundärer Arthrose führen kann. Zudem resultiert meist eine **kompensatorische Hyperextension im Daumengrundgelenk**, die Fluch (Instabilität, sekundäre Arthrose) und Segen (verbesserte Beweglichkeit und Funktion des Daumens) sein kann.[6][136][138]

Carroll und Hill fanden 1973 [6] bei 39 Arthrodesen (K-Draht-Osteosynthese) eine **Pseudarthrosenrate von 7,7 %**. Kinematografisch erkannten sie, dass die Beweglichkeit des Metakarpale I nach der Arthrodese deutlich eingeschränkt war und durchschnittlich ein Winkelmaß von 20° für die palmare Abduktion-Adduktion umfasste. Dennoch hatten die Patienten „*excellent range of movement*“, bedingt durch eine vermehrte Beweglichkeit im ST-Gelenk und insbesondere im Daumengrundgelenk.

Sie sahen die Arthrodese als **Operation der Wahl bei Patienten unter 50 Jahren** mit isolierter Rhizarthrose ohne Hinweis auf STT-Arthrose.

Bamberger et al. stellten 1992 [137] die Ergebnisse nach 39 Sattelgelenks-Arthrodesen (K-Draht- und Klammer-Osteosynthesen mit Spongiosaplastik) mit einer retrospektiven Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 4 Jahren vor. Es zeigte sich eine **Pseudarthrosenrate von 7,7 %** und eine Rate von verzögerten Knochenheilungen von 12,8 %. Subjektiv gesehen waren 11 Ergebnisse exzellent und 7 gut. Trotz einer postoperativ deutlich eingeschränkten Beweglichkeit des Daumens waren die subjektiven funktionellen Einschränkungen minimal.

Ishida und Ikuta stellten 2000 [138] die Ergebnisse nach 21 Sattelgelenks-Arthrodesen (K-Draht-Osteosynthesen mit Spongiosaplastik) mit einer retrospektiven Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 94 Monaten vor. **Pseudarthrosen kamen nicht vor**. Die subjektive Einschätzung der Verbesserung war exzellent in 76 %. Allerdings beklagten einige Patienten postoperativ eine Ungeschicklichkeit des Daumens. In 6 Fällen entwickelte sich eine Instabilität des Grundgelenkes.

Die Autoren sahen die **Hauptindikation** für die Arthrodesese **bei aktiven jungen männlichen Arbeitern**. Sie empfahlen, präoperativ die Stabilität des Grundgelenkes zu prüfen.

Fulton und Stern stellten 2001 [141] die Ergebnisse nach 59 Sattelgelenks-Arthrodesen (K-Draht-Osteosynthese) mit einer retrospektiven Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 7 Jahren vor. Es zeigte sich eine **Pseudarthrosen von 7 %** (4 Fälle), von denen nur eine schmerzhaft war. In 2 Fällen war eine Revisionsoperation nötig.

Die Autoren zogen aufgrund dieser Ergebnisse den Schluss, dass die Sattelgelenks-Arthrodesese bei über 40-jährigen Patienten mit symptomatischer isolierter Rhizarthrose indiziert sein kann.

Forseth et al. fanden 2003 [142] in einer retrospektiven Studie bei 26 Arthrodesesen eine **Pseudarthrosenrate von 8 %** und eine falsche Positionierung des Osteosynthesematerials bei 23 %. Es zeigte sich **kein Unterschied in der Rate der Pseudarthrosen zwischen K-Draht-, Platten- und Schraubenosteosynthesen**. Aufgrund der besseren Patientenzufriedenheit und der niedrigeren Rate an Revisionseingriffen empfahlen die Autoren jedoch die K-Draht-Osteosynthese.

Damen et al. stellten 2001 [143] die Ergebnisse nach 48 Sattelgelenks-Arthrodesen mit einer retrospektiven Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 90 Monaten vor. Sie fanden 58 % exzellente und 12 % gute Ergebnisse hinsichtlich der Schmerzreduktion. In 29 Fällen wurde eine Revisionsoperation zur Metallentfernung durchgeführt. Sie fanden eine **Pseudarthrosenrate von 29 %**.

Es zeigte sich, dass eine vorbestehende STT-Arthrose nach der Operation signifikant schneller fortschritt als bei nichtoperierten Händen. **Die Autoren empfehlen** aufgrund der großen Anzahl von Revisionsoperationen (Metallentfernungen und Revisionen bei Pseudarthrosen) **die Resektionsarthroplastik der Arthrodesese vorzuziehen**.

Rizzo et al. stellten 2009 [140] die Ergebnisse nach 241 Sattelgelenks-Arthrodesen mit einer retrospektiven Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich 11,2 Jahren vor, die in einem Zeitraum 33 Jahren durchgeführt wurden. Sie fanden eine **Pseudarthrosenrate von 7 %**, die **Rate an Pseudarthrosen korrelierte dabei nicht mit der Verwendung einer Spongiosaplastik**.

Die radiologische Progression einer vorbestehenden STT-Arthrose fand sich in 39 Fällen, allerdings waren davon nur 8 Patienten symptomatisch. In 16 Fällen entwickelte sich eine Arthrose des Daumengrundgelenkes, wobei keiner dieser Patienten symptomatisch war.

Die Autoren folgerten, dass die Arthrodesese des Sattelgelenkes bei den meisten Patienten zur Schmerzreduktion führt, die Funktion verbessert und eine exzellente Patientenzufriedenheit erbringt.

1.8.7. Resektionsarthroplastiken am Daumensattelgelenk

Durch die Resektion eines der beiden Gelenkpartner des Sattelgelenkes können die Beschwerden einer symptomatischen Rhizarthrose effektiv und deutlich vermindert werden, während sich die Beweglichkeit kaum verschlechtert.[144][145][146]

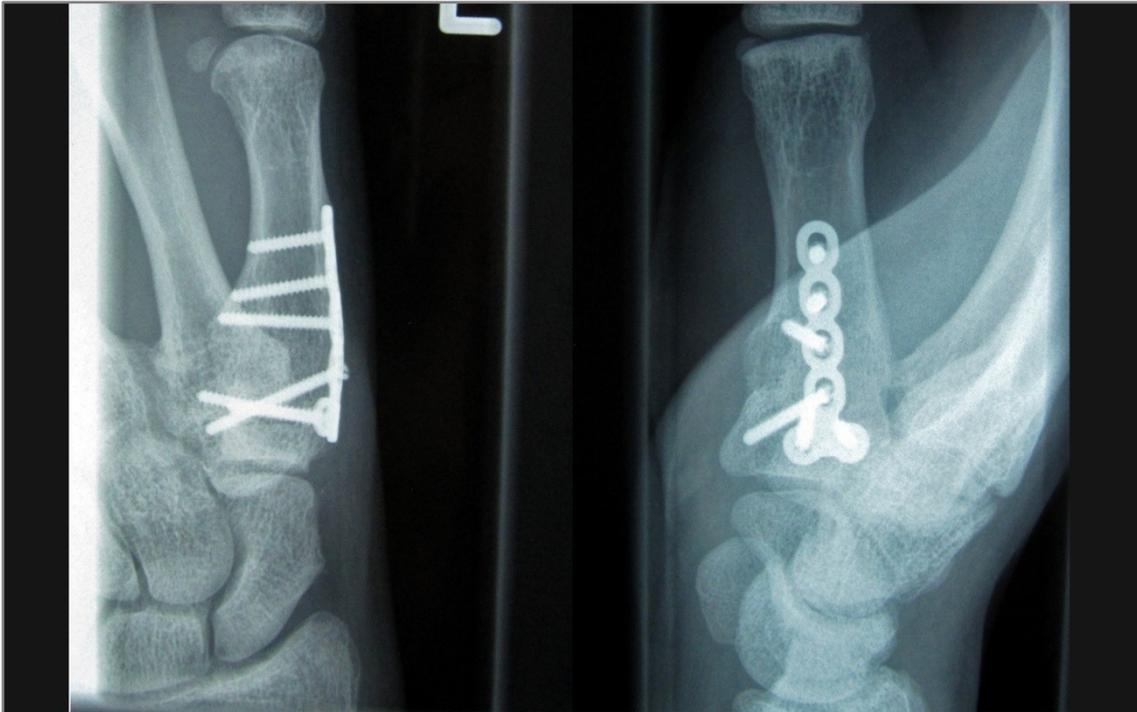


Abbildung 1.8.6.A. Knöchern konsolidierte Arthrodesese des Daumensattelgelenkes.
 Patient M. L. (22 Jahre alt) aus der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale.
 Plattenosteosynthese, nicht winkelstabil.

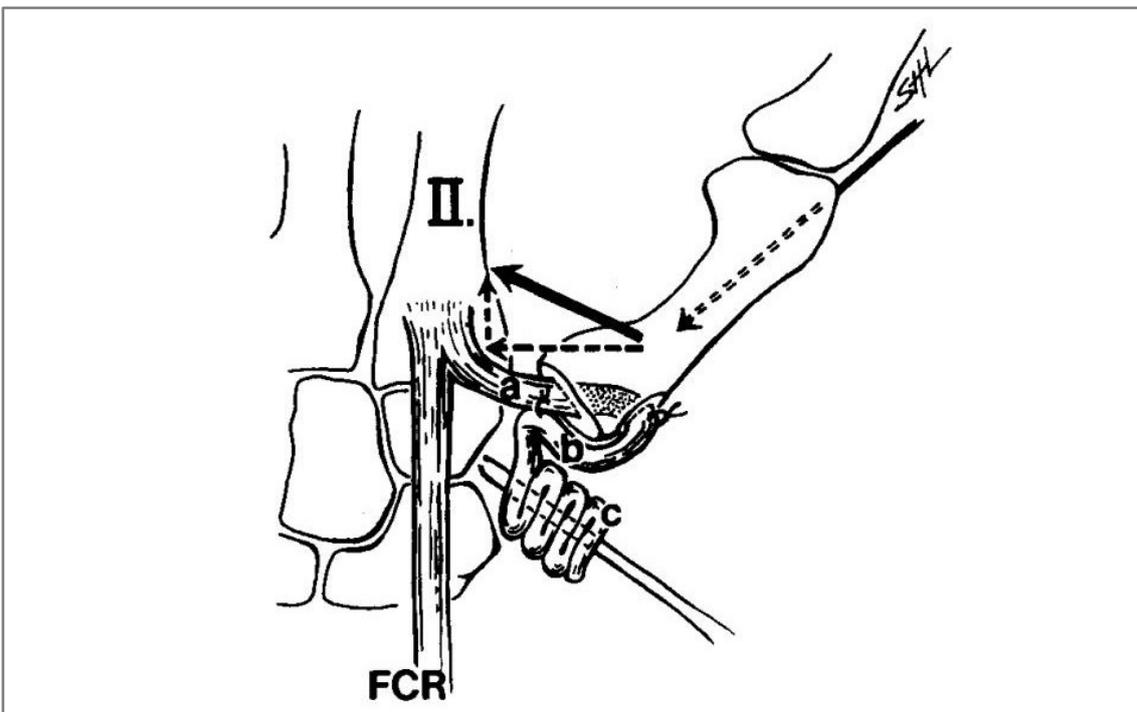


Abbildung 1.8.7.A. Resektionsarthroplastik nach Burton-Pellegrini (LRTI).
 Originalabbildung aus der Publikation von 1986.[156] FCR = Sehne des M. flexor carpi
 radialis. II. = Metakarpale II.
 Unverändert übernommen mit Erlaubnis des Rechteinhabers Elsevier über RightsLink.

Die Resektionsarthroplastik des Daumensattelgelenkes durch **alleinige Trapezektomie** geht auf die Arbeit von **Gervis** aus dem Jahr **1949** [147] und die Publikation von Langzeitergebnissen im Jahr 1973 [144] zurück.

Viele Chirurgen hatten das Konzept der alleinigen Trapezektomie wegen Berichten über eine postoperative Schwäche des Daumens verlassen. Nach der Trapezektomie kann es zur **Proximalisierung des Metakarpale I** in die Lücke des ehemaligen Trapeziums kommen, bis hin zur Neoartikulation der Basis des Metakarpale I mit dem distalen Skaphoidpol.

Diese Proximalisierung des Metakarpale I wurde zunächst als ursächlich für die postoperative Schwäche angesehen. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass eine radiologisch sichtbare Proximalisierung und somit eine Verkürzung des Daumenstrahls nicht zwingend mit einer Kraftminderung einher geht und nicht zwingend zu Problemen auf Seiten des Patienten führen muss.[148][149]

Mit dem Ziel, eine Proximalisierung des Metakarpale I zu vermeiden und die Länge des Daumenstrahls zu erhalten, wurden Techniken der **Resektions-Interpositions-Arthroplastik** entwickelt.

Neben der Interposition von Silikon-Spacern (siehe [1.8.5. Endoprothesen und Spacer für das Daumensattelgelenk](#)) oder allogenen Material wie Fascia lata [150] wurden als Abstandshalter vor allem Anteile von Sehnen in die Gelenkhöhle des Trapeziums eingelegt.

Dafür wurden die Sehnen des M. flexor carpi radialis (FCR-Sehne), des M. abductor pollicis longus (APL-Sehne), des M. extensor carpi radialis longus (ECRL-Sehne) und des M. palmaris longus (PL-Sehne) eingesetzt. Es zeigte sich jedoch, dass solche Interponate dem axialen Druck des Metakarpale I nicht lange standhalten können. [151]

Eine aktuelle biomechanische Leichenstudie bestätigt, dass weder die FCR-, noch die APL- oder ECRL-Sehne das Volumen und die mechanische Festigkeit des Trapeziums nachbilden können, so dass der Raum des Trapeziums dadurch nicht suffizient

freigehalten werden kann. Eine Proximalisierung des Metakarpale I kann somit durch eine Sehneninterposition nicht verhindert, möglicherweise aber abgeschwächt werden.[152]

Deshalb wurden Techniken der **Resektions-Suspensions-Arthroplastik** entwickelt, die teilweise zusätzlich eine Interposition beinhalten (**Resektions-Suspensions-Interpositions-Arthroplastik**).

Eine der ersten Techniken beschrieben **Epping und Noack** 1983.[153] Sie verwendeten nach der Trapezektomie zur Suspension des Metakarpale I die Hälfte der **FCR-Sehne**, die sie proximal absetzten, distal am Ansatz an der Basis des Metakarpale II beließen, durch ein **Bohrloch in der Basis des Metakarpale I** führten und mit sich selbst unter Spannung vernähten.

Weilby verwendete zur Suspension ebenfalls Anteile der **FCR-Sehne**, verzichtete jedoch auf einen Bohrkanal im Metakarpale I: der FCR-Sehnenstreifen wird um die APL-Sehne geschlungen und unter Spannung vernäht, der Rest der Sehne wird zur Interposition verwendet. Durch den Verzicht auf einen Bohrkanal ist diese Technik einfacher und schneller durchzuführen als die Technik nach Epping und Noack.

Weilby stellte die Technik erstmals 1978 [154] vor und publizierte 1988 [155] die Ergebnisse von 100 Fällen. 85 % der Patienten waren komplett schmerzfrei.

Burton und Pellegrini beschrieben 1986 [156] eine weitere FCR-Technik mit Suspension und Interposition. Da ihr erklärtes Ziel neben der Trapezektomie die Rekonstruktion des „*anterior oblique ligament*“ durch den Sehnenstreifen war, nannten sie ihre Technik „**Ligament Reconstruction with Tendon Interposition**“ und prägten damit die heute noch im angloamerikanischen Raum gebräuchliche Abkürzung **LRTI** für diese populäre Technik oder eine ihrer Abwandlungen (siehe *Abbildung 1.8.7.A*).

Hierbei sei erwähnt, dass der im deutschsprachigen Raum gebräuchliche Begriff „*Resektionsarthroplastik*“ nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit „*resection arthroplasty*“. Im angloamerikanischen Sprachgebrauch wird eine Resektions-Inter-

positions-Arthroplastik meist als „*trapezectomy with interposition*“ bezeichnet, oder als „*trapezectomy mit LRTI*“ wenn eine zusätzliche Suspension durchgeführt wird. „*Resection arthroplasty*“ wird hingegen teilweise für eine Resektion von lediglich den Gelenkflächen von Trapezium und/oder Metakarpale verwendet (meist mit zusätzlicher Interposition).[157]

Sigfusson und Lundborg stellten 1991 [158] eine Suspensionstechnik unter Verwendung der **APL-Sehne** vor: ein distal an der Basis des Metakarpale I gestielter APL-Sehnenstreifen wird durch den ansatznahen Teil der FCR-Sehne gezogen und unter Spannung vernäht.

Letztlich existiert eine **große Anzahl verschiedener Techniken der Resektionsarthroplastik** des Daumensattelgelenkes, die meist Abwandlungen der oben beschriebenen Techniken sind.

Es wurden weitere Arthroplastiken unter Verwendung der APL-Sehne [159][160][161][162][163] und der ECRL-Sehne [164][165][166] beschrieben, um einige Beispiele zu nennen.

Bei den FCR-Techniken können entweder die gesamte Sehne oder nur Teile davon für die Suspension und gegebenenfalls Interposition verwendet werden. Während manche Operateure die gesamte FCR-Sehne verwenden und dadurch keine funktionellen Einbußen für das Handgelenk erkennen konnten [167][168], bemerkten andere postoperativ einen Kraftverlust im Handgelenk.[169]

In zwei Studien zeigte sich, dass die **Unterschiede zwischen den verschiedenen Techniken meist gering** sind. So ließ sich kein relevanter Unterschied in den Ergebnissen von Resektionsarthroplastiken nach Epping/Noack (FCR-Plastik) und nach Sigfusson/Lundborg (APL-Plastik) feststellen, wobei es sich bei der FCR-Plastik um das technisch und zeitlich deutlich aufwändigere Verfahren handelt.[170][171]

Neben der Verwendung von Sehnen besteht die Möglichkeit der Interposition von allogener azellulärer Dermis [172], der Aufhängung des Metakarpale I gegen das Metakarpale II durch alloplastisches Material (Mini TightRope CMC, FibreWire, Arthrex

[173]) und der dynamischen Stabilisierung des Metakarpale I durch Transfer des Ursprung des M. abductor pollicis brevis auf die FCR-Sehne.[174]

Einen anderen Ansatz verfolgten Kuhns et al. Sie führten [175] nach der Trapezektomie eine K-Draht-Fixation des Metakarpale I in leichter Distraction und Opposition für 5 Wochen durch. Sie nannten diese Sonderform einer Trapezektomie „**Hematoma and Distraction Arthroplasty**“ (HDA) und berichteten über 73 und 92 % komplett schmerzfreien Patienten nach 6 und 24 Monaten und erreichten einen stabilen, schmerzfreien Daumen mit verbesserter Kraft und Beweglichkeit.

Hohendorff et al. [176] beschäftigten sich mit der Frage der **Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach Resektionsarthroplastiken** (FCR-Plastik). Die Patienten waren durchschnittlich 8 Wochen lang zu 100 % und weitere 8 Wochen zu 50 % arbeitsunfähig. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit korrelierte dabei mit der Schwere der ausgeübten Tätigkeit. Hausfrauen waren nach durchschnittlich 3 Monaten wieder voll im Haushalt arbeitsfähig.

Ein neuer Trend der letzten Jahre ist die **partielle Trapezektomie**. Dieses Verfahren, ob offen, arthroskopisch oder kombiniert durchgeführt, **könnte der klassischen Resektionsarthroplastik bei isolierter Rhizarthrose überlegen sein** und in den nächsten Jahren zunehmende Bedeutung gewinnen.[177]

Bei zusätzlicher bestehender ST-Arthrose könnten sich jedoch Probleme ergeben, da dieser Gelenkabschnitt bei der partiellen Trapezektomie erhalten bleibt. Ein möglicher Ausweg ist die Resektion sowohl der distalen als auch der proximalen Gelenkflächen unter Erhalt des restlichen Trapeziums, mit anschließender Interposition („**Double Interposition Arthroplasty**“).[178]

Noland et al. stellten 2012 [177] Langzeitergebnisse nach partieller Trapezektomie vor. Bei radiologisch beginnender ST-Arthrose zum Zeitpunkt der Operation kam es selbst nach 5 - 13 Jahren nicht zu klinisch relevanten Beschwerden in diesem Bereich. Die radiologischen Veränderungen im ST-Gelenk korrelierten nicht mit den Beschwerden der Patienten.

Nach Ansicht der Autoren ist deshalb bei einer partiellen Trapezektomie keine Arthrotomie und Inspektion des ST-Gelenkes notwendig.

Letztlich stellt sich die Frage, ob eine Form der Suspensions- und/oder Interpositions-Arthroplastik einer alleinigen Trapezektomie überlegen ist.

Haase und Chung publizierten 2011 [5] Evidenz-basierte Empfehlungen zur Behandlung der Rhizarthrose. Sie führten eine intensive Literaturrecherche durch und kamen zu dem Ergebnis, dass die **alleinige Trapezektomie** im Vergleich eine **sehr hohe Patientenzufriedenheit** erbringt und dabei die **geringste Komplikationsrate** hat. Eine zusätzlich durchgeführte Suspension oder Bandrekonstruktion führt zwar zur Verminderung der Proximalisierung des Metakarpale I, diese Tatsache hat jedoch keinen Einfluss auf das Endergebnis.

Gangopadhyay et al. untersuchten 2012 [179] die Ergebnisse nach alleiniger Trapezektomie, nach Trapezektomie mit Interposition von PL-Sehne und nach Trapezektomie mit LRTI. Die prospektiv randomisierten Studie umfasste 174 Fälle mit einer Nachbeobachtungszeit von 5 - 18 Jahren!

Es zeigte sich zwischen den drei Gruppen kein signifikanter Unterschied in der postoperativen Schmerzreduktion, der Grobkraft, der Kraft beim Lateral- und Spitzgriff und der Beweglichkeit.

1.8.8. Operationen am Daumengrundgelenk

Zur Korrektur der **Hyperextensions-Instabilität im Daumengrundgelenk** wurden mehrere OP-Techniken vorgeschlagen:

- Temporäre K-Draht-Transfixation des Grundgelenkes in Beugung [180]
- Transfer der Sehne des M. extensor pollicis brevis (EPB-Sehne) zur Verstärkung auf die palmare Platte des Grundgelenkes [181]
- Transfer eines Anteils der APL-Sehne auf das A1-Ringband des Daumens [182]

- Palmare Kapsulodese (Raffung der palmaren Platte des Grundgelenkes) [183][184][185]
- Proximalisierung oder Distalisierung und Verschraubung des radialen Sesambeines [180]
- Arthrodese des Grundgelenkes [180]

Eaton und Littler stellten 1988 [183] die **Technik der palmaren Kapsulodese** am Daumengrundgelenk vor. Sie empfahlen, diese Operation **bei einer Hyperextension im Grundgelenk von mehr als 30°** durchzuführen.

Poulter und Davis [180] untersuchten 2011 die Ergebnisse nach 297 Trapezektomien mit einer Nachbeobachtungszeit von einem Jahr.

Bei einer Hyperextension im Daumengrundgelenk von präoperativ **mehr als 35°** empfahlen die Autoren eine **Kapsulodese oder Arthrodese des Grundgelenkes**. Sie konnten aufgrund der geringen Fallzahl der Patienten mit derart ausgeprägter Instabilität allerdings keine sicheren Aussagen zum Einfluss einer Stabilisierungsoperation auf das klinische Ergebnis machen.

Dagegen zeigten sich bei Patienten, die präoperativ eine Hyperextension im Grundgelenk von weniger als 30° hatten, keine signifikanten Unterschiede im klinischen Ergebnis zwischen den Patienten, bei denen diese Hyperextension operativ korrigiert wurde und bei denen sie nicht korrigiert wurde.

1.8.9. Vergleich der Operationsverfahren

2011 publizierten Vermeulen et al. [186] eine **umfassende Literaturrecherche** zum Vergleich verschiedener operativer Behandlungsverfahren bei Rhizarthrose.

Durch eine **Meta-Analyse von 35 Publikationen** verglichen sie die Ergebnisse nach Osteotomie des Metakarpale I, Arthrodese des Daumensattelgelenkes, Prothesenimplantation am Sattelgelenk, Trapezektomie, Trapezektomie mit Interposition, Trapezektomie mit Suspension und Trapezektomie mit LRTI. Die Autoren kamen zu folgenden Ergebnissen:

- Es gibt keinen Beweis dafür, dass die Trapezektomie oder die Trapezektomie mit Interposition den anderen Techniken überlegen ist. Wenn eine Interposition durchgeführt wird, dann sollte autologes Material bevorzugt werden.
- Die Trapezektomie mit Suspension und die Trapezektomie mit LRTI sind den anderen Techniken nicht überlegen. Allerdings war die Nachbeobachtungszeit bei den Studien mit höherem Level of Evidence relativ kurz (12 Monate), deshalb kann ein eventueller langfristiger Vorteil der LRTI nicht abgeschätzt werden. Die LRTI scheint jedoch mit einer höheren Komplikationsrate behaftet zu sein.
- Weil die Studien zur Arthrodesese des Sattelgelenkes methodisch von schlechterer Qualität sind und inkonsistente Ergebnisse lieferten, war eine Aussage darüber ob die Arthrodesese einer anderen Technik überlegen ist nicht möglich. Allerdings zeigten die Ergebnisse einiger Studien, dass die Pseudarthrosenrate zwischen 8 % und 21 % liegt, und dass Komplikationen und Revisionsoperationen nach Arthrodesen häufiger vorkommen.
- Eine Studie zum Gelenkersatz zeigte, dass Total-Endoprothesen bessere Kurzzeitergebnisse liefern könnten als die Trapezektomie mit LRTI. Es gab keinen Beweis dafür, dass der Artelon-Spacer der Trapezektomie mit LRTI überlegen ist.

Die Autoren zogen den Schluss, dass zur Zeit der Analyse durch die vorliegenden Daten keine der oben genannten Techniken einer anderen überlegen ist. Allerdings könnte es einen Unterschied zwischen einzelnen Techniken geben, dies zeigte sich an den guten Ergebnissen nach Arthrodesen und nach Total-Endoprothesen. Deshalb **empfehlen die Autoren die Durchführung randomisierter klinischer Studien zum Vergleich der Langzeitergebnisse nach Arthrodesese des Daumensattelgelenkes und nach Implantation von Total-Endoprothesen einerseits mit den Ergebnissen nach Trapezektomie andererseits.**

Da der zentrale Punkt der vorliegenden Dissertationsschrift der **Vergleich von Resektionsarthroplastik und Arthrodesese** ist, werden im Folgenden die relevanten

Publikationen vorgestellt, die sich in der Vergangenheit bereits mit diesem Vergleich beschäftigt haben.

Mureau und Rademaker verglichen 2001 [187] in einer retrospektiven Studie (durchschnittliche Nachbeobachtungszeit 6,0 - 7,4 Jahre, durchschnittliches Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation 54,2 - 57,6 Jahre) die Ergebnisse nach **24 Resektionsarthroplastiken** (mit Interposition von FCR-, APL- oder PL-Sehne) und **32 Arthrodesen** des Sattelgelenkes (K-Draht-Osteosynthese, teilweise mit Spongiosoplastik).

Nach Arthrodesen traten **mehr Komplikationen** auf (39 %) als nach Resektionsarthroplastiken (27 %). Die **Pseudarthrosenrate** nach Arthrodesen lag bei **28 %**.

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Gruppen hinsichtlich der Kraft beim Zweipunkt- und Lateralgriff und beim Kraftgriff. Die Patienten nach Resektionsarthroplastik hatten jedoch signifikant weniger Schmerzen und eine bessere Daumenbeweglichkeit, waren zufriedener mit dem Schmerzniveau und hatten insgesamt ein subjektiv und objektiv besseres Gesamtergebnis als die Patienten nach Arthrodesen.

Die Autoren bevorzugen deshalb die Resektionsarthroplastik zur Behandlung der fortgeschrittenen Rhizarthrose, die Arthrodesen kann nach ihrer Meinung jedoch in ausgewählten Fällen bei isolierter Rhizarthrose und guter Beweglichkeit im Daumengrund- und -endgelenk durchgeführt werden.

Hartigan et al. verglichen 2001 [188] in einer retrospektiven Studie die Langzeitergebnisse (durchschnittliche Nachbeobachtungszeit 69 Monate, Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation maximal 60 Jahre) nach **68 Resektionsarthroplastiken** (Trapezektomie mit LRTI, FCR-Sehne) und **73 Arthrodesen** des Sattelgelenkes (K-Draht-Osteosynthese, ossäre Drahtnaht oder Plattenosteosynthese, teilweise mit Spongiosoplastik).

Bei den Ergebnissen hinsichtlich Schmerz, Funktion und Patientenzufriedenheit zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, mehr als 90 % der Patienten jeder Gruppe waren mit dem Gesamtergebnis zufrieden.

Bei der Grobkraft zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, die Patienten nach Arthrodese hatten jedoch signifikant mehr Kraft bei Lateralgriff. Die Patienten nach Resektionsarthroplastik hatten eine signifikant bessere Daumenopposition und eine bessere Fähigkeit, die Hand flach auf den Tisch zu legen.

Es zeigte sich eine **hohe Komplikationsrate in der Gruppe der Arthrodesen**, wobei Pseudarthrosen die Hauptkomplikation waren. Die **Pseudarthrosenrate** nach Arthrodese lag bei **8,2 %**. **Allerdings hatten die Patienten mit Pseudarthrosen nicht mehr Schmerzen** als die Patienten bei denen die Arthrodese knöchern konsolidiert war. Zudem gaben die Patienten mit Pseudarthrose ebenfalls eine Verminderung der Schmerzen im Vergleich zu präoperativ an und waren mit dem Gesamtergebnis ebenfalls zufrieden.

Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass **beide Operationstechniken ähnliche Ergebnisse im Hinblick auf Schmerz, Funktion und Patientenzufriedenheit** liefern, mit minimalen Unterschieden in der Kraft und der Beweglichkeit. Obwohl die Arthrodese mit mehr Komplikationen behaftet war, beeinflussten diese das Gesamtergebnis meist nicht.

Schröder et al. verglichen 2002 [189] in einer retrospektiven Studie die Langzeitergebnisse (durchschnittliche Nachbeobachtungszeit 42 Monate) nach **18 Resektionsarthroplastiken** (partielle Trapezektomie mit Interposition von FCR-Sehne) und **18 Arthrodesen** des Sattelgelenkes (K-Draht-Osteosynthese, teilweise mit Spongiosaplastik).

Die Mehrheit der Patienten beider Gruppen war mit dem Gesamtergebnis zufrieden. Es zeigten sich **keine signifikanten Unterschiede im Gesamtergebnis zwischen den beiden Operationstechniken**. **Allerdings schien die Arthrodese weniger Probleme zu verursachen** als die Resektionsarthroplastik, weshalb die Autoren dieser Technik den Vorzug gaben.

Raven et al. verglichen 2007 [157] in einer retrospektiven Studie die Langzeitergebnisse (Nachbeobachtungszeit 8 - 13 Jahre) nach **35 Resektionsarthroplastiken**

(18x Resektion der Gelenkflächen des Metakarpale I und des Trapeziums mit Interposition von Spongostan (ein Gelatineschwamm), 17x Trapezektomie mit Interposition von FCR-Sehne) und **28 Arthrodesen** des Sattelgelenkes (Plattenosteosynthese, teilweise mit Spongiosaplastik).

Die **Pseudarthrosenrate** nach Arthrodesen lag bei **21 %**. 3 der 6 Pseudarthrosen wurden operativ revidiert, die restlichen 3 waren asymptotische straffe Pseudarthrosen. Alle 7 Arthrodesen, bei denen eine Spongiosaplastik durchgeführt wurde, konsolidierten knöchern. **22 der 28 Patienten (79 %) nach Arthrodesen wurden im Verlauf nochmals operiert**, 15 davon zur Metallentfernung wegen lokalen Beschwerden.

Die Autoren zogen den Schluss, dass die Resektionsarthroplastik (Resektion der Gelenkflächen) ein einfacher Eingriff ist, der ähnlich gute Langzeitergebnisse erbringt wie die Trapezektomie mit Interposition und wie die Arthrodesen. Nach Arthrodesen kam es zu den meisten Komplikationen und den meisten Revisionseingriffen. Die **Resektionsarthroplastik** ist deshalb für die Autoren die **Therapie der Wahl** zur Behandlung der fortgeschrittenen Rhizarthrose.

2. Material und Methoden

2.1. Operationsverfahren

Die **Resektionsarthroplastiken** wurden bei den Patienten des **Zentrums für Handchirurgie Ravensburg** in der Technik nach Sigfusson/Lundborg (APL-Plastik, siehe [1.8.7. Resektionsarthroplastiken am Daumensattelgelenk](#)) durchgeführt. Postoperativ erfolgte eine Ruhigstellung für 6 Wochen (Gipsschiene/Orthese).

Falls sich radiologisch und/oder bei der intraoperativen Inspektion eine fortgeschrittene Arthrose des ST-Gelenkes (Skaphoid-Trapezoideum) zeigte, dann wurde zusätzlich eine Resektion des proximalen Anteils des Trapezoideums durchgeführt und ein Anteil der APL-Sehne interponiert. Dies wurde bei der Datenerhebung mit erfasst.

Die **Resektionsarthroplastiken** wurden bei den Patienten der **Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale** sowohl in der Technik nach Sigfusson/Lundborg als auch in der Technik nach Epping/Noack (FCR-Plastik, siehe [1.8.7. Resektionsarthroplastiken am Daumensattelgelenk](#)) durchgeführt. Postoperativ erfolgte eine Ruhigstellung für 6 Wochen (Gipsschiene/Orthese).

Aufgrund der Tatsache, dass nach Rab et. al [170] die Ergebnisse beider Verfahren (APL- und FCR-Plastik) weitgehend vergleichbar sind und da eine Unterscheidung beider Verfahren nicht Ziel dieser Studie war, wurde bei der Auswertung nicht zwischen den beiden Verfahren unterschieden. Zudem wurde bei der Erhebung der Daten nicht erfasst, ob bei zusätzlich bestehender ST-Arthrose eine Resektionsarthroplastik an diesem Gelenk durchgeführt wurde.

In **beiden Kliniken** wurden die **Arthrodesen** des Sattelgelenkes mit einer nicht-winkelstabilen Plattenosteosynthese durch einen offenen Zugang durchgeführt, teilweise mit zusätzlicher Spongiosaplastik aus dem distalen Radius (dies wurde bei der Datenerhebung mit erfasst).

Postoperativ erfolgte eine Ruhigstellung für 6 Wochen (Gipsschiene/Orthese).

2.2. Patientenkollektive und Studienpatienten

Ziel der vorliegenden Dissertationsschrift war, die Ergebnisse nach operativer Behandlung der Rhizarthrose bei jungen, handwerklich tätigen Patienten zu untersuchen.

Als erstes Einschlusskriterium wurde deshalb eine **Altersobergrenze von einschließlich 55 Jahren** festgelegt, um Patienten zu selektieren die im Allgemeinen noch fest und voraussichtlich noch längere Zeit im Berufsleben stehen. Die Obergrenze von 55 Jahren bezog sich dabei auf das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation.

Als zweites Einschlusskriterium wurde eine weitere Altersobergrenze von einschließlich 60 Jahren definiert, die sich auf das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der möglichen Nachuntersuchung bezog.

Der Beobachtungszeitraum endete ein Jahr vor der Nachuntersuchung, so dass nur Patienten in die Studie eingeschlossen wurden, deren Operation mindestens ein Jahr zurück lag.

Die **Definition eines „jungen“ Patienten** ist somit relativ. Es wäre zwar wünschenswert, ausschließlich tatsächlich junge Patienten („jung“ im allgemeinen Sprachgebrauch) in eine solche Studie einzuschließen, dies scheitert jedoch an der geringen Fallzahl. Wie im weiteren Verlauf dargestellt, erfüllten bereits mit den oben genannten, weiter gefassten Kriterien in einem großen Kollektiv nur wenige Patienten die Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie.

Die **Definition eines „handwerklich tätigen“ Patienten** ist ebenfalls relativ. In die Studie aufgenommen wurden ausschließlich Patienten mit beruflich bedingter starker Beanspruchung der Hände. Dabei handelt es sich jedoch nicht ausschließlich um klassische Handwerksberufe wie z. B. Kfz-Mechaniker, Maurer oder Maler, sondern auch um Berufe wie z. B. Landwirt, Koch, Altenpfleger oder Verkäufer im Einzelhandel.

Ziel der **Patientenselektion** war, eine Stichprobe von Patienten zu erhalten, die sich in ihren Merkmalen deutlich vom typischen Rhizarthrose-Patienten (siehe dazu [1.3 Epidemiologie der Rhizarthrose](#) und [1.4 Ätiologie der Rhizarthrose](#)) unterscheiden. Dieser typische Patient kann überspitzt durch folgende Merkmale charakterisiert

werden: weibliche Rentnerin oder ältere Hausfrau, die ihre Hände nicht mehr stark belastet und belasten muss, und die deshalb weniger Ansprüche an eine schmerzfrei belastungsfähige Hand hat.

Es war nicht primäres Ziel der Patientenselektion, vermehrt männliche Patienten in die Studie einzuschließen. Durch die Forderung einer handwerklichen, eher von Männern ausgeübten Tätigkeit war dies jedoch eine Folge.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine **Multicenterstudie**. Es wurden **Patienten der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale und des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg** untersucht. Die Ergebnisse aus Bad Neustadt/Saale wurden in einer vereinfachten Form als Überblick bereits in einem Vortrag des Autor auf dem 36. Jahreskongress der VDPC (DGPRÄC) 2005 in München präsentiert.

Für die Studie wurden zunächst *alle* Patienten eines mehrjährigen Zeitraums erfasst, die wegen symptomatischer Rhizarthrose operativ behandelt wurden. Diese Erfassung wurde für beiden Kliniken getrennt durchgeführt. Dadurch entstanden **zwei Patientenkollektive: RV-Kollektiv und NES-Kollektiv**²⁵. Die Daten beider Kollektive wurden separat ausgewertet.

Bei der Datenerhebung wurden für jeden Patienten je nach Verfügbarkeit bis zu 15 einzelne Merkmale erfasst (siehe [2.3 Datenerhebung](#)). Einige dieser Daten dienen nicht primär der Beantwortung der zentralen Frage dieser Studie (dem Vergleich zwischen zwei Operationsverfahren), sondern liefern zusätzliche epidemiologische, patientenspezifische und operationsspezifische Daten zur Rhizarthrose im Allgemeinen.

Aus den Kollektiven beider Kliniken (RV-Kollektiv und NES-Kollektiv) wurden nach den oben genannten Einschlusskriterien die Studienpatienten selektiert.

Diese Selektion wurde wiederum für beide Kliniken getrennt durchgeführt. Dadurch entstanden **zwei Gruppen mit Studienpatienten: RV-Studienpatienten und NES-**

²⁵ Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit werden die Städtenamen abgekürzt: RV entspricht dem Kfz-Kennzeichen Ravensburg, NES entspricht dem Kfz-Kennzeichen Bad Neustadt/Saale.

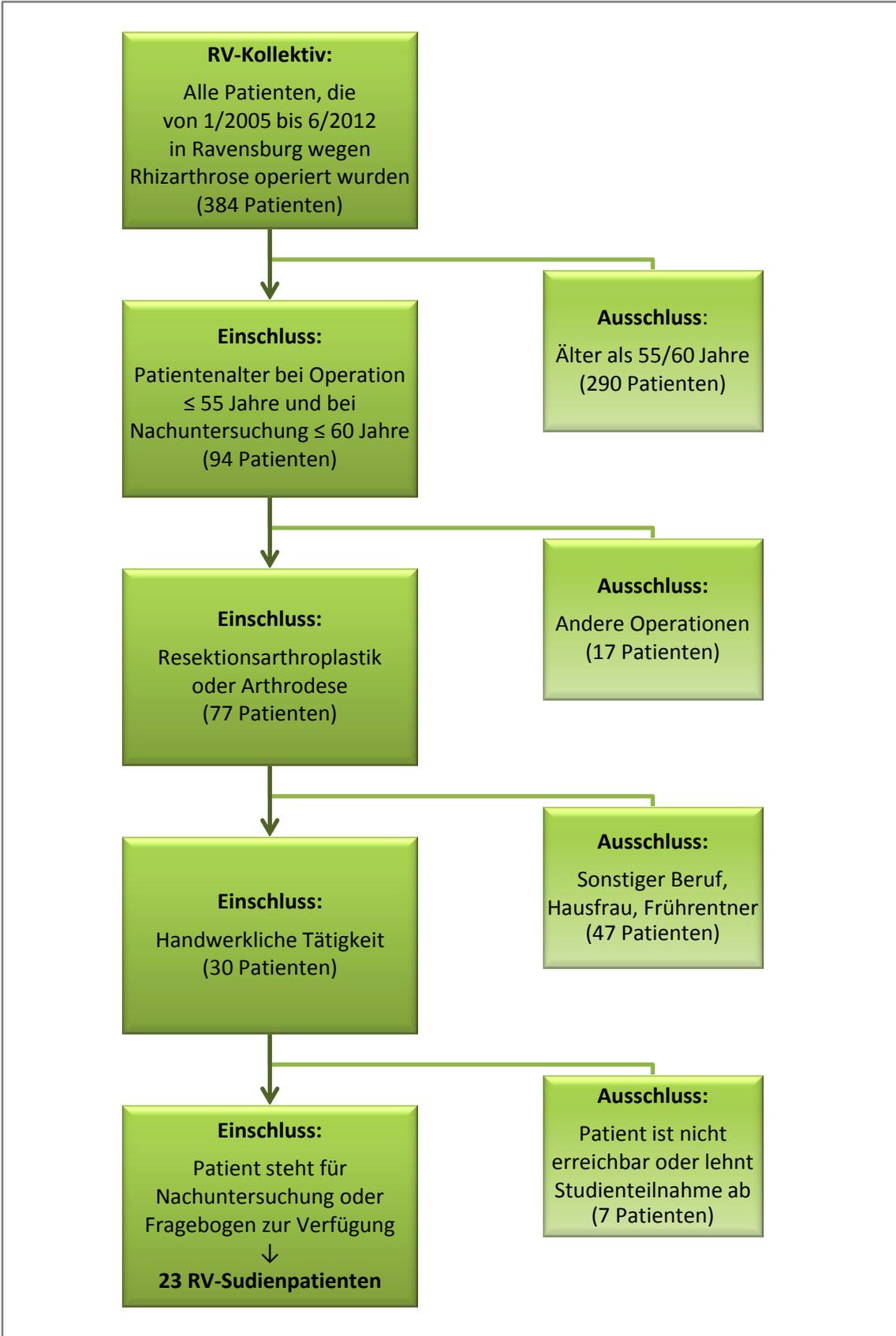
Studienpatienten. Beide Gruppen wurden zunächst separat ausgewertet, dann miteinander verglichen und anschließend zusammengefasst betrachtet.

Im **Zentrum für Handchirurgie Ravensburg** wurden im **Zeitraum von 7,5 Jahren** (zwischen 01.01.05 und 30.06.12) **384 Patienten (RV-Kollektiv)** wegen symptomatischer Rhizarthrose operativ behandelt – 70 Männer (18,2 %) und 314 Frauen (81,8 %). Davon wurden 41 Patienten an beiden Händen operiert. Somit wurden **425 Hände** operiert.

Im RV-Kollektiv (384 Patienten) konnten bei 251 Patienten ausreichende Informationen aus der Patientenakte entnommen werden. 133 Patienten wurden für ein zusätzliches Telefoninterview ausgewählt, da die Informationen in der Patientenakte unvollständig waren – meist weil die postoperativen Verlaufskontrollen auswärtig durchgeführt worden waren. Von diesen konnten 69 Patienten befragt werden, die restlichen 64 waren telefonisch nicht erreichbar (falsche Telefonnummer, verzogen oder drei erfolglose Versuche der Kontaktaufnahme).

Aus dem RV-Kollektiv wurden anschließend die RV-Studienpatienten selektiert (siehe *Schema 2.1.A*).

94 der 384 Patienten erfüllten die oben genannten Alterskriterien. Bei 77 dieser 94 Patienten wurden Resektionsarthroplastiken oder Arthrodesen durchgeführt. 30 dieser 77 Patienten übten einen handwerklichen Beruf nach den oben genannten Kriterien aus. 23 dieser 30 Patienten konnten kontaktiert werden und waren mit der Teilnahme an der Studie einverstanden. Somit wurden **23 Patienten mit 24 operierten Händen in die Studie aufgenommen (RV-Studienpatienten) – 5 Männer (21,7 %) und 18 Frauen (78,3 %).** Der Anteil der RV-Studienpatienten am RV-Kollektiv beträgt **6,0 %**.



Schema 2.1.A. Selektion der RV-Studienpatienten aus dem RV-Kollektiv.

In der **Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale** wurden im **Zeitraum von 6,5 Jahren** (zwischen 01.01.98 und 30.06.04) **711 Patienten (NES-Kollektiv)** wegen symptomatischer Rhizarthrose operativ behandelt – 133 Männer (18,7 %) und 578 Frauen (81,3 %). Davon wurden 49 Patienten an beiden Händen operiert. Somit wurden **760 Hände** operiert.

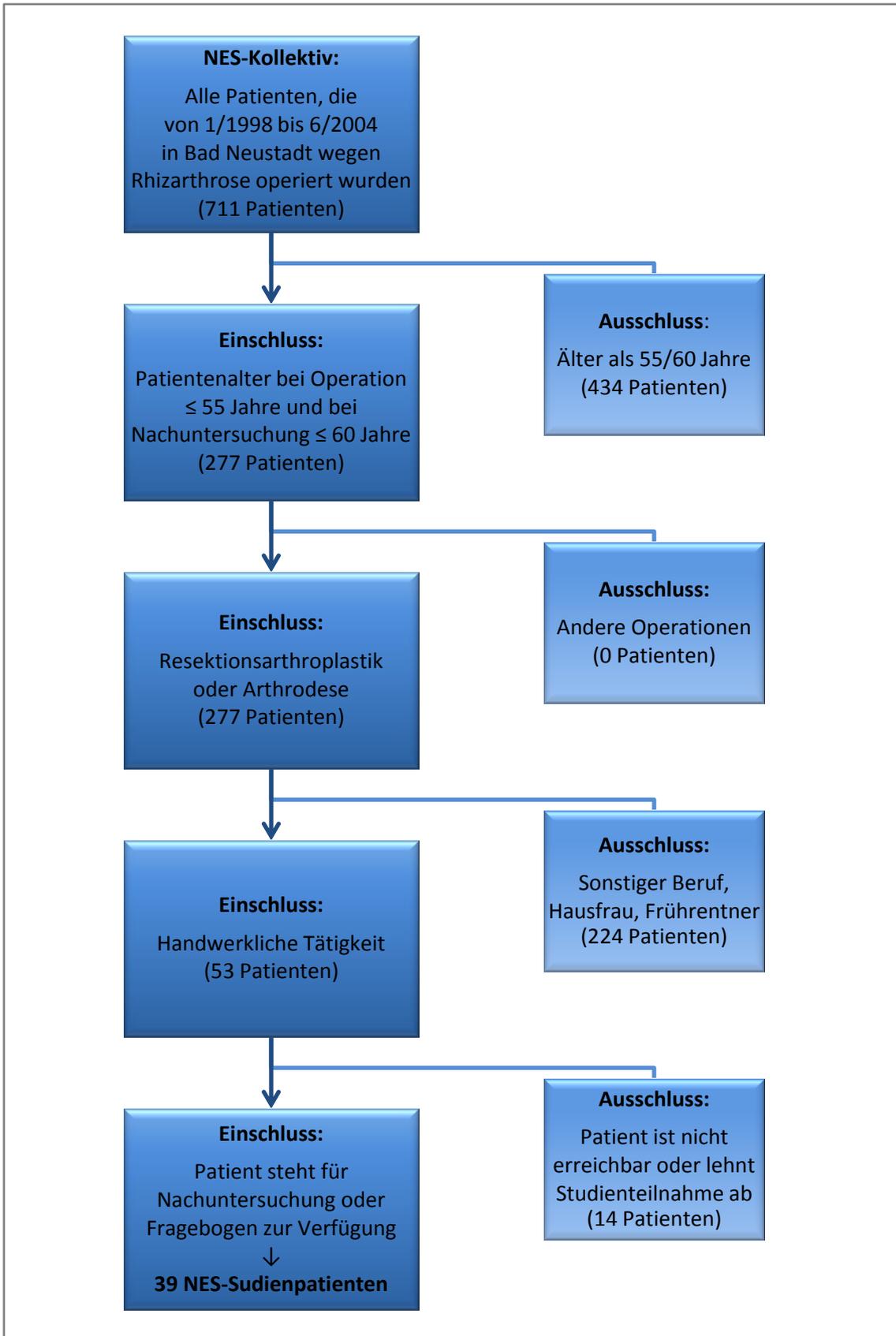
Im NES-Kollektiv standen weniger Patientendaten als im RV-Kollektiv zur Verfügung. Die Auswertung erfolgte bereits 2005. Telefonische Nachbefragungen wurden nicht durchgeführt.

Aus dem NES-Kollektiv wurden die NES-Studienpatienten selektiert (siehe *Schema 2.1.B*).

277 der 711 Patienten erfüllten die oben genannten Alterskriterien. Bei allen dieser 277 Patienten wurden Resektionsarthroplastiken oder Arthrodesen durchgeführt. 53 dieser 277 Patienten übten einen handwerklichen Beruf nach den oben genannten Kriterien aus. 39 dieser 53 Patienten konnten kontaktiert werden und waren mit der Teilnahme an der Studie einverstanden. Somit wurden **39 Patienten mit 46 operierten Händen in die Studie aufgenommen (NES-Studienpatienten)** – 26 Männer (66,7 %) und 13 Frauen (33,3 %). Der Anteil der NES-Studienpatienten am NES-Kollektiv beträgt 5,6 %.

Zusammengefasst besteht das **Gesamt-Kollektiv** beider Kliniken (RV-Kollektiv + NES-Kollektiv) aus **1095 Patienten mit 1185 operierten Händen** – 203 Männer (18,5 %) und 892 Frauen (81,5 %).

Von diesen wurden **62 Patienten mit 70 operierten Händen** in die Gruppe der **Gesamt-Studienpatienten** (RV-Studienpatienten + NES-Studienpatienten) aufgenommen – 31 Männer (50,0 %) und 31 Frauen (50,0 %).



Schema 2.1.B. Selektion der NES-Studienpatienten aus dem NES-Kollektiv.

2.3. Datenerhebung

Es wurden alle **Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg** erfasst, die zwischen dem 01.01.05 und dem 30.06.12 wegen symptomatischer Rhizarthrose operiert wurden (**RV-Kollektiv**). Die Akten aller 384 Patienten (425 operierte Hände) wurden ausgewertet.

Es wurde folgende **Merkmale** erhoben:

- *Name, Vorname.*
- *Geburtsdatum.*
- *Geschlecht.*
- *OP-Datum.*
- *Seitenlokalisierung.*
- *Genese der Arthrose:* primär oder posttraumatisch.
- *Operation:*
 - Resektionsarthroplastik,
 - Arthrodesese,
 - Prothese/Spacer (Pyrocarbon-Hemiprothese oder Articulinx ICC Kunststoff-Spacer),
 - Arthroskopie/Synovialektomie (Arthroskopie mit arthroskopischer Synovialektomie oder offene Synovialektomie mit Denervation des Sattelgelenkes),
 - Osteotomie (Umstellungsosteotomie der Metakarpale I Basis nach Wilson).
- *ST-Resektion:* wurde bei der Resektionsarthroplastik des Sattelgelenkes simultan eine Resektionsarthroplastik des ST-Gelenkes durchgeführt?
- *Begleiterkrankungen:* Bestanden ein Karpaltunnelsyndrom (KTS) oder eine A₁-Ringbandstenose von Finger/Daumen (Tendovaginositis stenans, TVS), die zum Zeitpunkt der Operation entweder bereits behandelt worden waren (operativ oder konservativ), in gleicher Sitzung zusammen mit dem Sattelgelenk operiert wurden oder im weiteren Verlauf behandlungsbedürftig wurden?

- Bestand eine Polyarthrose der Hände (Heberden- und/oder Bouchard-Arthrose) mit deutlichen (über den altersentsprechenden Normalbefund hinausgehenden) radiologischen oder klinischen Veränderungen?
- *Revision*: Wurden im Verlauf nach dem Primäreingriff Revisionsoperationen am Sattelgelenk durchgeführt?
 - *Beidseitige Operation*: Wurden die Patienten an beiden Sattelgelenken operiert? Falls ja, wurden beide Operationen im oben genannten Zeitraum im Zentrum für Handchirurgie Ravensburg durchgeführt (beide Operationen sind in der Datenbank erfasst) oder wurde die Gegenseite früher, später oder in einer anderen Klinik operiert?
 - *Berufstätig*: Waren die Patienten zum Zeitpunkt der Operation berufstätig, oder waren sie Hausfrau/Hausmann oder Rentner?
 - *Dauer AU*: Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation.
 - *Dauer Schmerzen*: Wie lange hatten die Patienten nach der Operation relevante Schmerzen? Auch wenn die wenigsten Patienten nach einer Operation am Daumensattelgelenk vollständig schmerzfrei wurden, so konnten die meisten doch einen Zeitpunkt angeben, ab dem sich die Schmerzen deutlich reduziert hatten, und ab dem sie ihre Hand wieder weitgehend normal einsetzen konnten. Bei Berufstätigen fiel dieser Zeitpunkt oft mit dem Ende der Arbeitsunfähigkeit zusammen, jedoch nicht zwingend.

Die nach den oben genannten Kriterien selektierten **23 RV-Studienpatienten** wurden telefonisch um eine persönliche Vorstellung zur körperlichen Nachuntersuchung für Studienzwecke gebeten. Wurde die persönliche Vorstellung abgelehnt, dann wurde um die Beantwortung eines per Post zugesandten Fragebogens gebeten. Wurde auch die Beantwortung des Fragebogens abgelehnt, dann wurden die Patienten aus der Studiengruppe ausgeschlossen und bei der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt.

Die **Untersuchung und Befragung** der Studienpatienten wurde anhand eines standardisierten Auswertungsbogens (siehe *Abbildung 6.A, 6.B und 6.C* in Kapitel *6. Anhang*) im Zentrum für Handchirurgie Ravensburg durchgeführt. Zusätzlich beant-

worteten die Patienten den Teil A und B des DASH-Fragebogens [190], nachdem sie entsprechend instruiert worden waren. Röntgenuntersuchungen wurden nur durchgeführt, wenn daraus ein relevanter Informationsgewinn zu erwarten war.

Patienten, die ein persönliches Erscheinen abgelehnt hatten, erhielten einen standardisierten **Fragebogen per Post** (siehe *Abbildung 6.D, 6.E, 6.F und 6.G* in Kapitel 6. *Anhang*), ebenfalls Teil A und B des DASH-Fragebogens sowie eine genaue schriftliche Anleitung. Bei Unklarheiten konnten die Patienten telefonisch Rücksprache halten.

In der **Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale** wurden im Jahr 2005 aus der digitalen Datenbank diejenigen Patienten herausgefiltert, die im Zeitraum vom 01.01.98 bis zum 30.06.04 wegen Rhizarthrose operiert wurden (**NES-Kollektiv**). Bei 711 Patienten (760 operierte Hände) wurden folgende **Merkmale** erhoben:

- *Name, Vorname.*
- *Geburtsdatum.*
- *Geschlecht.*
- *OP-Datum.*
- *Seitenlokalisierung.*
- *Operation:* - *Resektionsarthroplastik,*
 - *Arthrodesese.*
- *Beidseitige Operation:* Wurden die Patienten an beiden Sattelgelenken operiert? Falls ja, wurden beide Operationen im oben genannten Zeitraum in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale durchgeführt (beide Operationen sind in der Datenbank erfasst) oder wurde die Gegenseite früher, später oder in einer anderen Klinik operiert?

Die nach den oben genannten Kriterien selektierten **39 NES-Studienpatienten** wurden telefonisch um eine persönliche Vorstellung zur körperlichen Nachuntersuchung für Studienzwecke gebeten. Wurde die persönliche Vorstellung abgelehnt, dann wurde um die Beantwortung eines per Post zugesandten Fragebogens gebeten. Wurde auch die Beantwortung des Fragebogens abgelehnt, dann wurden die Patienten aus der

Studiengruppe ausgeschlossen und bei der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt.

Die **Untersuchung und Befragung** der Studienpatienten wurde anhand eines standardisierten Auswertungsbogens durchgeführt, der sich im Wesentlichen mit dem in Ravensburg verwendeten deckt. Zusätzlich beantworteten die Patienten den Teil A und B des DASH-Fragebogens, nachdem sie entsprechend instruiert wurden. Röntgenaufnahmen wurden nur durchgeführt, wenn daraus ein relevanter Informationsgewinn zu erwarten war.

Patienten, die ein persönliches Erscheinen abgelehnt hatten, erhielten einen standardisierten **Fragebogen per Post** (der sich im Wesentlichen mit dem in Ravensburg verwendeten deckt), ebenfalls Teil A und B des DASH-Fragebogens und eine genaue schriftliche Anleitung. Bei Unklarheiten konnten die Patienten telefonisch Rücksprache nehmen.

2.4. Datenauswertung und Darstellung

Die **Daten der Patienten des RV-Kollektivs und des NES-Kollektivs** wurden in eine digitale Datenbank übertragen und nach der Übertragung auf Fehler hin überprüft. Aus den verfügbaren Daten wurden bei allen Patienten die Merkmale *Patientenalter* (Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren) und das *Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung* (in Jahren) berechnet.

Für die **RV-Studienpatienten und die NES-Studienpatienten** wurden die DASH-Fragebögen nach den hierfür geltenden Kriterien [190] ausgewertet (DASH-Score = (Gesamtpunktzahl-30) / 1,2). Der DASH-Score umfasst Werte von 0 bis 100, wobei 0 Punkte für ein sehr gutes und 100 Punkte für ein sehr schlechtes Ergebnis stehen.

Die Daten der handschriftlich ausgefüllten Auswertungs- und Fragebögen und die DASH-Scores wurden in eine digitale Datenbank übertragen und nach der Übertragung auf Fehler hin überprüft.

Aus den verfügbaren Daten wurden bei allen Patienten die Merkmale *Patientenalter* (Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren), das *Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung* (in Jahren) und die *Zeitspanne von der Operation bis zur Nachuntersuchung* (in Monaten) berechnet.

Die statistische Auswertung und die übersichtliche Darstellung der Daten der Studienpatienten ist aufgrund der vielen Parameter erschwert. Keine der Einzeldaten kann das Gesamtergebnis eines Studienpatienten umfassend darstellen. Deshalb wurde ein **Gutachtersystem** entwickelt, das zusätzlich zur Auswertung der Einzeldaten weitere Gesichtspunkte liefert.

Jeder Studienpatient (genauer: jede Studienhand) wurde durch drei Gutachter bewertet. *Gutachter 1* war der Autor (Facharzt für Plastische und Ästhetische Chirurgie mit Zusatzbezeichnung Handchirurgie), *Gutachter 2* ein Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie mit Zusatzbezeichnung Handchirurgie und *Gutachter 3* ein Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie im dritten Weiterbildungsjahr für die Zusatzbezeichnung Handchirurgie.

Den *Gutachtern 2* und *3* wurden die Daten übersichtlich und anonymisiert in Tabellenform präsentiert, die Daten wurden wertungsfrei und objektiv dargestellt. Die drei Gutachter entschieden anhand des Gesamtbildes aller vorhandenen Daten eines Patienten und bewerteten die Behandlungsergebnisse mit 0 bis 10 Punkten. Es wurden ausschließlich ganze Zahlen vergeben, kein Dezimalzahlen. 0 Punkte stellen ein sehr schlechtes, grundsätzlich unbefriedigendes Behandlungsergebnis dar. 10 Punkte stellen ein sehr gutes Behandlungsergebnis dar. Aus den drei Gutachterbewertungen wurde für jeden Fall der Durchschnittswert errechnet und auf eine Nachkommastelle gerundet.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik werden **Boxplots** (Box-Whisker-Plots) dargestellt. Diese sind nach *Tukey* mit folgenden Kriterien formatiert:

Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Sie wird durch das untere (25 %) und das obere (75 %) Quartil begrenzt. Die Länge der Box

entspricht dem Interquartilsabstand. Der Querstrich in der Box markiert die Lage des Medianwertes.

Die Länge der Antennen (Whiskers) beträgt nach oben und unten jeweils maximal 1,5 Interquartilsabstände. Die Antennen enden jedoch nicht genau nach dieser Länge, sondern bei dem letzten Datenwert der noch innerhalb dieser Grenze liegt.

Ausreißer sind Werte, die zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilsabständen vom oberen oder vom unteren Rand der Box entfernt liegen. Ausreißer sind durch einen Kreis (°) markiert.

Extremwerte sind Werte, die mehr als 3,0 Interquartilsabstände vom oberen oder vom unteren Rand der Box entfernt liegen. Extremfälle sind durch einen Stern (*) markiert.

Im Rahmen der induktiven Statistik gelten die **Studienhände als Teil von zwei unverbundenen Stichproben** (Stichprobe 1 aus der Grundgesamtheit der Patienten nach Resektionsarthroplastik und Stichprobe 2 aus der Grundgesamtheit der Patienten nach Arthrodesen).

Auch die Hände eines beidseits operierten Patienten sind Teil dieser zwei unverbundenen Stichproben, da die Operationsergebnisse streng seitengetrent ausgewertet wurden: für beidseits operierte Patienten wurden zwei separate Auswertungsbögen/Fragebögen verwendet, und die Patienten wurden instruiert beide Hände generell getrennt zu betrachten und zu bewerten.

Im Ergebnisteil erfolgt die Auswertung meist auf Grundlage der operierten Hände und nicht auf Grundlage der Patienten. Diese Unterscheidung zwischen Patienten und Händen ist wichtig um die Auswertung statistisch korrekt zu halten, da die Hände von beidseits operierten Patienten unabhängig betrachtet werden müssen. Der sprachliche Fehler, eine Hand als weiblich oder männlich oder als x Jahre alt zu bezeichnen, wird hierbei akzeptiert um eine korrekte Auswertung und lesbare Darstellung zu erzielen.

3. Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst die deskriptive Statistik für das RV-Kollektiv und die RV-Studienpatienten (*3.1. Daten aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg*) und für das NES-Kollektiv und die NES-Studienpatienten (*3.2. Daten aus der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale*) getrennt dargestellt. Diese Daten dienen – wie bereits oben erwähnt – nicht primär der Beantwortung der zentralen Frage dieser Studie (dem Vergleich zwischen zwei Operationsverfahren), sondern liefern zusätzliche epidemiologische, patientenspezifische und operationsspezifische Daten zur Rhizarthrose im Allgemeinen.

Im dritten Teil (*3.3. Daten aller Studienpatienten aus beiden Kliniken*) wird die deskriptive und induktive Statistik für alle Studienpatienten (RV-Studienpatienten + NES-Studienpatienten) betrachtet. Hier werden im Wesentlichen die Ergebnisse der beiden Operationsverfahren (Resektionsarthroplastik und Arthrodese) gegenüber gestellt.

Diagramme werden jeweils am Kapitelende dargestellt.

3.1. Daten aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg

Altersverteilung: Im RV-Kollektiv (384 Patienten, 425 Hände) reicht das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation von 17 bis 88 Jahren bei einem Mittelwert von 61,2 Jahren und einem Median von 61 Jahren.

Die geschlechtsspezifische Altersverteilung im RV-Kollektiv zeigt, dass Männer und Frauen in einem ähnlichen Alter von einer operationsbedürftigen Rhizarthrose betroffen sind (Männer: Mittelwert 60,2 Jahre und Median 62 Jahre; Frauen: Mittelwert 61,4 Jahre und Median 61 Jahre). Siehe hierzu *Abbildung 3.1.A*.

Die operationsspezifische Altersverteilung im RV-Kollektiv unterscheidet sich deutlich: die Patienten bei denen eine Arthrodese durchgeführt wurde sind merklich jünger (Mittelwert 46,3 Jahre) als die Patienten bei denen eine Resektionsarthroplastik durchgeführt wurde (Mittelwert 62,2 Jahre). Dies spiegelt die unterschiedlichen

Indikationsstellungen für Arthrodesen und Resektionsarthroplastiken wider (siehe [1.8. Operative Therapie](#)). Siehe hierzu [Abbildung 3.1.B](#). In dieser Abbildung sind zudem die Altersverteilungen für die weiteren operativen Eingriffe (Prothese/Spacer, Arthroskopie/Synovialektomie, Osteotomie des Metakarpale I) dargestellt, die während des Untersuchungszeitraumes durchgeführt wurden.

Die altersspezifischen Häufigkeitsverteilungen des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände) und der RV-Studienpatienten (23 Patienten, 24 Hände) unterscheiden sich deutlich, erwartungsgemäß bedingt durch die Alterskriterien für den Einschluss in die Studie. Siehe hierzu [Abbildung 3.1.C](#).

Geschlechtsverteilung: Das RV-Kollektiv (425 Hände) zeigt eine deutliche Gewichtung zugunsten der weiblichen Hände, es setzt sich aus 81 männlichen (19,1 %) und 344 weiblichen (80,9 %) Händen zusammen. Die RV-Studienpatienten (24 Hände) zeigen eine ähnliche Gewichtung, sie setzen sich aus 5 männlichen (20,8 %) und 19 weiblichen (79,2 %) Händen zusammen. Siehe hierzu [Abbildung 3.1.D](#).

Seitenverteilung: Das RV-Kollektiv (425 Hände) zeigt eine leicht unausgewogene Verteilung bezüglich der Seitenlokalisierung. 229 (53,9 %) rechte und 196 (46,1 %) linke Hände wurden operiert, wobei 41 Patienten in dem betrachteten Zeitraum von 7,5 Jahren an beiden Händen operativ behandelt wurden.

In der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände) ist die Seitenlokalisierung symmetrisch verteilt, 12 (50,0 %) rechte und 12 (50,0 %) linke Hände wurden operiert, wobei 1 Patientin an beiden Händen operativ behandelt wurde. Siehe hierzu [Abbildung 3.1.E](#).

Art des operativen Eingriffs: Im RV-Kollektiv (425 Hände) wurde deutlich häufiger eine Resektionsarthroplastik durchgeführt (bei 390 Händen, 91,8 %) als eine Arthrodesen (bei 4 Händen, 0,9 %). Im Vergleich dazu liegt in der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände) der Anteil der Arthrodesen mit 1 Hand (4,2 %) etwas höher, bei 23 Resektionsarthroplastiken (95,8 %). Siehe dazu [Abbildung 3.1.F](#).

Der Anteil der Arthrodesen ist bei den Patienten aus Ravensburg niedriger als bei den Patienten aus Bad Neustadt/Saale (siehe unten). Dies liegt daran, dass Arthrodesen

nach den negativen Erfahrungen aus Bad Neustadt in Ravensburg noch zurückhaltender durchgeführt wurden. Bei jüngeren und/oder handwerklich arbeitenden Patienten wurden in Ravensburg bevorzugt Prothesen oder Spacer implantiert (bei 22 Händen, entsprechend 5,2 %).

Von den 4 Arthrodesen des RV-Kollektivs erfüllte nur ein Patient die Kriterien für die Aufnahme in die Studie. Ein Patient zu alt. Eine Patientin und ein Patient erfüllen nicht die Kriterien einer handwerklichen Tätigkeit. Die Patientin litt an einer Sklerodermie, der Patient litt an einer ausgeprägten Instabilität im Sattelgelenk mit fortgeschrittenem Knorpelschaden, deshalb wurde in beiden Fällen eine Arthrodesese durchgeführt.

Weitere epidemiologische, patientenspezifische und operationsspezifische Daten des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände):

Genese der Arthrose: Bei 420 Händen (98,8 %) lag eine primäre Rhizarthrose vor, lediglich bei 5 Händen (1,2 %) war die Arthrose posttraumatisch entstanden. Siehe dazu *Abbildung 3.1.G (links)*.

Berufstätige Patienten: Zum Zeitpunkt der Operation waren 39,1 % der Patienten berufstätig. 16,9 % der Patienten waren im eigenen Haushalt tätig, 43,5 % waren berentet. Siehe dazu *Abbildung 3.1.G (rechts)*.

Revisionseingriffe: Bei 20 von 425 Händen (4,7 %) war im Verlauf eine Revisionsoperation notwendig. Dies war absolut gesehen am häufigsten nach Resektionsarthroplastiken der Fall (bei 17 Händen). Relativ gesehen war die Revisionsrate nach Prothesen- oder Spacer-Implantation mit 18,2 % jedoch deutlich höher als nach Resektionsarthroplastiken mit 4,4 %. Bei keinem der 4 Patienten nach Arthrodesese wurde eine Revision durchgeführt. Siehe dazu *Abbildung 3.1.H (links)*.

Begleiterkrankungen: Eine operationsbedürftige Rhizarthrose war in vielen Fällen mit Begleiterkrankungen an den Händen vergesellschaftet. Erfasst wurden Karpaltunnelsyndrome (KTS) und Ringbandstenosen von Finger/Daumen (Tendovaginitis)

stenosans, TVS), die entweder bereits behandelt worden waren (operativ oder konservativ) oder die behandlungsbedürftig waren, sowie Polyarthrose der Hände (Heberden- und/oder Bouchard-Arthrose) mit deutlichen radiologischen und/oder klinischen Veränderungen.

In 19,8 % der Fälle fand sich ein KTS, in 12,5 % eine Polyarthrose und in 10,6 % ein TVS. Siehe dazu *Abbildung 3.1.H (rechts)*.

Weitere Daten des RV-Kollektivs, Untergruppe Resektionsarthroplastik:

Dauer der Schmerzen: Nach den 390 Resektionsarthroplastiken reichte die Dauer relevanter Schmerzen von 1,5 bis 14 Monaten bei einem Mittelwert von 4,5 Monaten und einem Median von 3,5 Monaten.

Wichtig ist hierbei die Bemerkung, dass ausschließlich endliche Werte für das Merkmal *Dauer Schmerzen* in den Datensatz mit einfließen. Falls ein Patient zum Zeitpunkt der Befragung noch persistierende relevante Schmerzen angab – wobei die Befragung frühestens 12 Monate nach der Operation durchgeführt wurde – dann wurden diese Werte *nicht* berücksichtigt. Dies war bei 14 Patienten/Händen der Fall. Bei 5 dieser Patienten wurde ein CRPS diagnostiziert.

Siehe dazu *Abbildung 3.1.I (links)* und *Abbildung 3.1.J (links)*.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit: Nach den 390 Resektionsarthroplastiken reichte die Dauer der Arbeitsunfähigkeit bei Berufstätigen von 0,5 bis 12 Monaten bei einem Mittelwert von 3,7 Monaten und einem Median von 3,0 Monaten. Siehe dazu *Abbildung 3.1.I (rechts)* und *Abbildung 3.1.J (links)*.

ST-Resektionsarthroplastik: Bei den 390 Resektionsarthroplastiken wurde wegen zusätzlich bestehender fortgeschrittener ST-Arthrose (Skaphoid-Trapezoideum) in 65 Fällen (16,3 %) eine Resektion des ST-Gelenkes mit Interposition eines APL-Sehnenstreifens durchgeführt. Das ST-Gelenk wurde bei Resektionsarthroplastiken standardmäßig inspiziert. Siehe dazu *Abbildung 3.1.J (rechts)*.

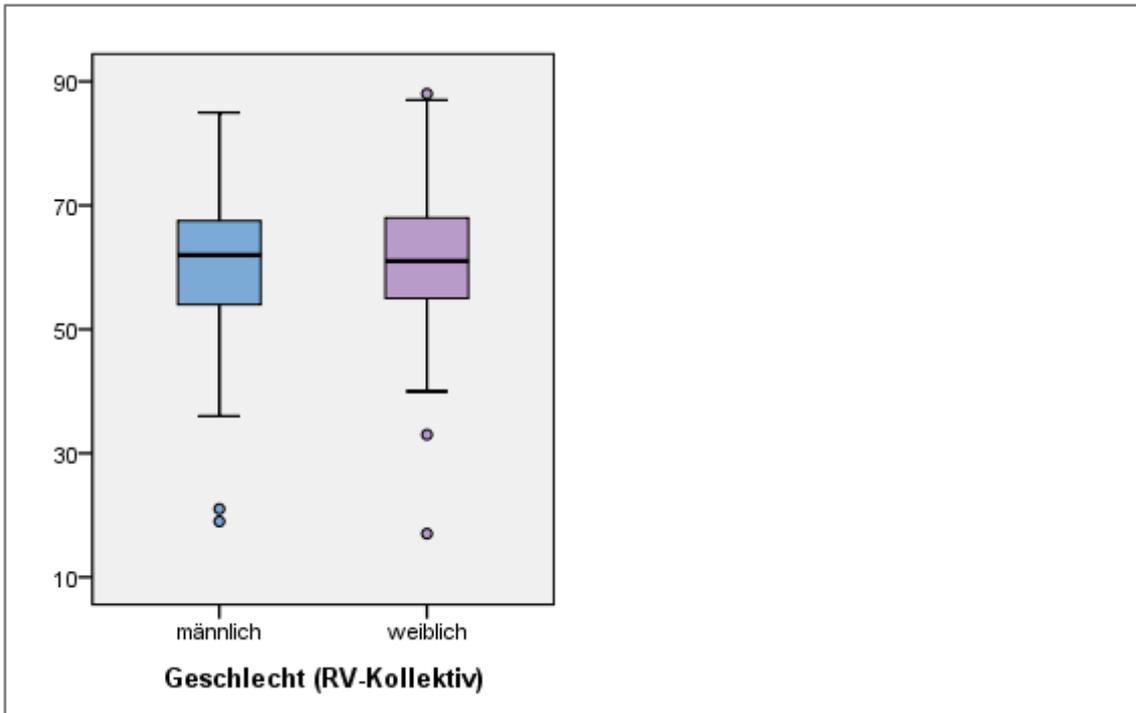


Abbildung 3.1.A. Daten des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände). Boxplot der geschlechtsspezifischen Altersverteilung (Merkmal *Patientenalter*, Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren).

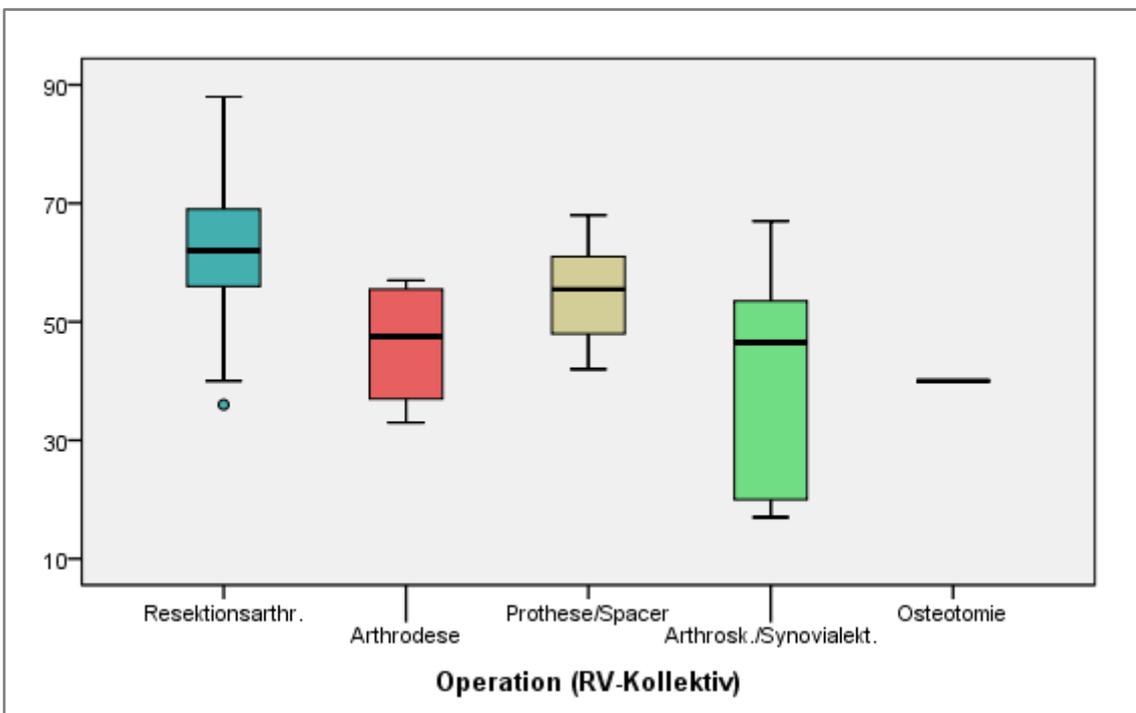


Abbildung 3.1.B. Daten des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände). Boxplot der operationsspezifischen Altersverteilung (Merkmal *Patientenalter*, Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren).

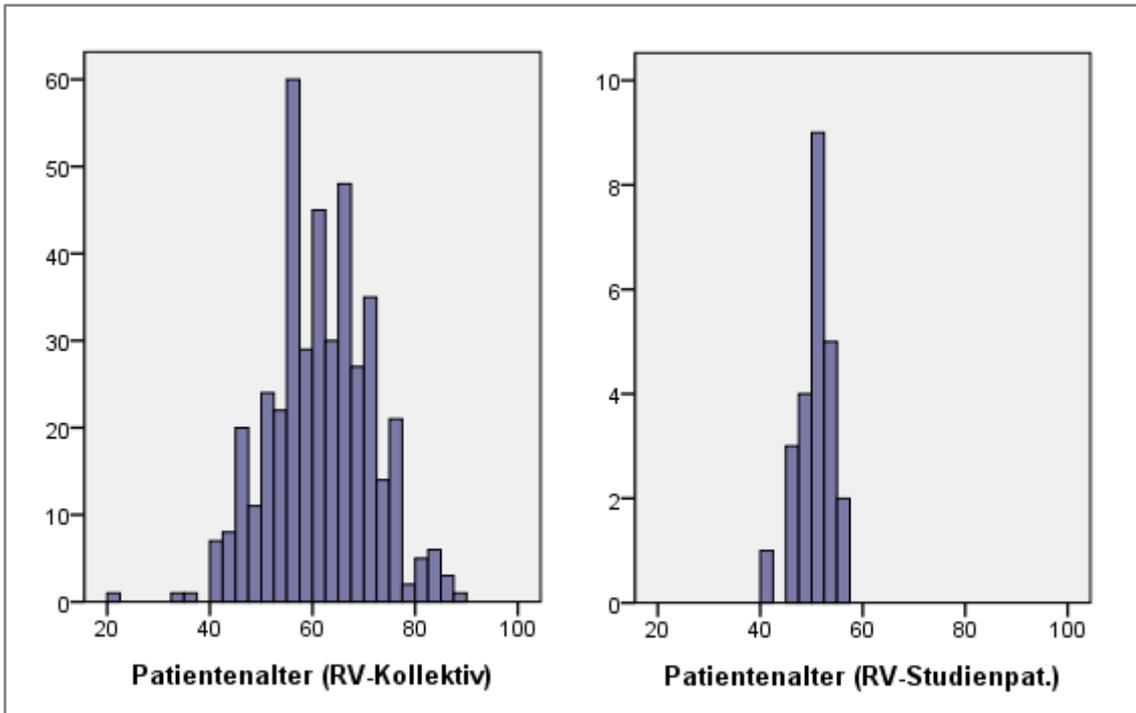


Abbildung 3.1.C. Histogramme des Merkmals *Patientenalter* (Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren). Absolute Häufigkeitsverteilung (Anzahl der Hände). **Links:** Verteilung im RV-Kollektiv (425 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände).

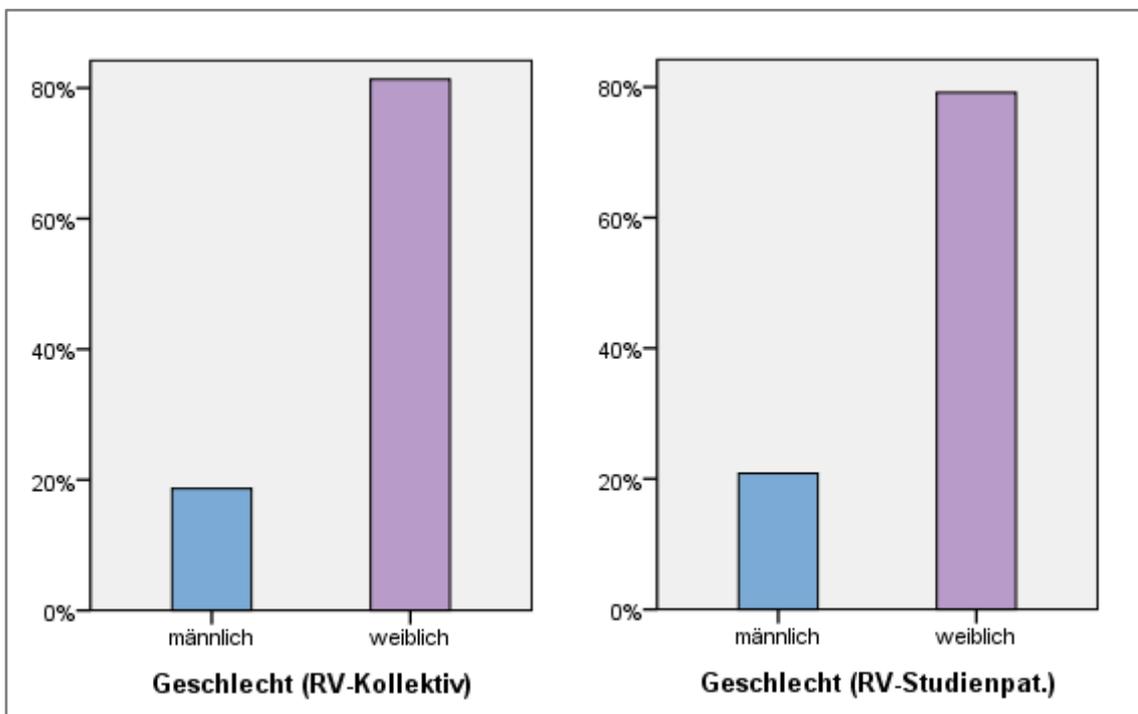


Abbildung 3.1.D. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Geschlecht*. **Links:** Verteilung im RV-Kollektiv (425 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände).

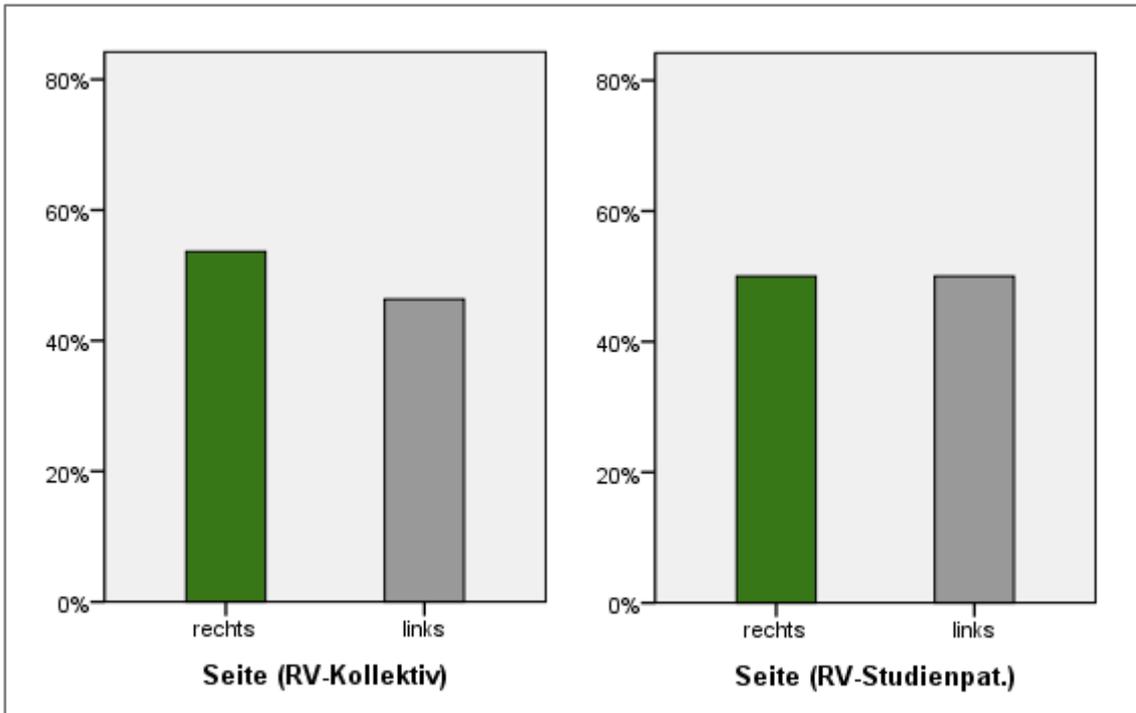


Abbildung 3.1.E. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Seitenlokalisation*. **Links:** Verteilung im RV-Kollektiv (425 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände).

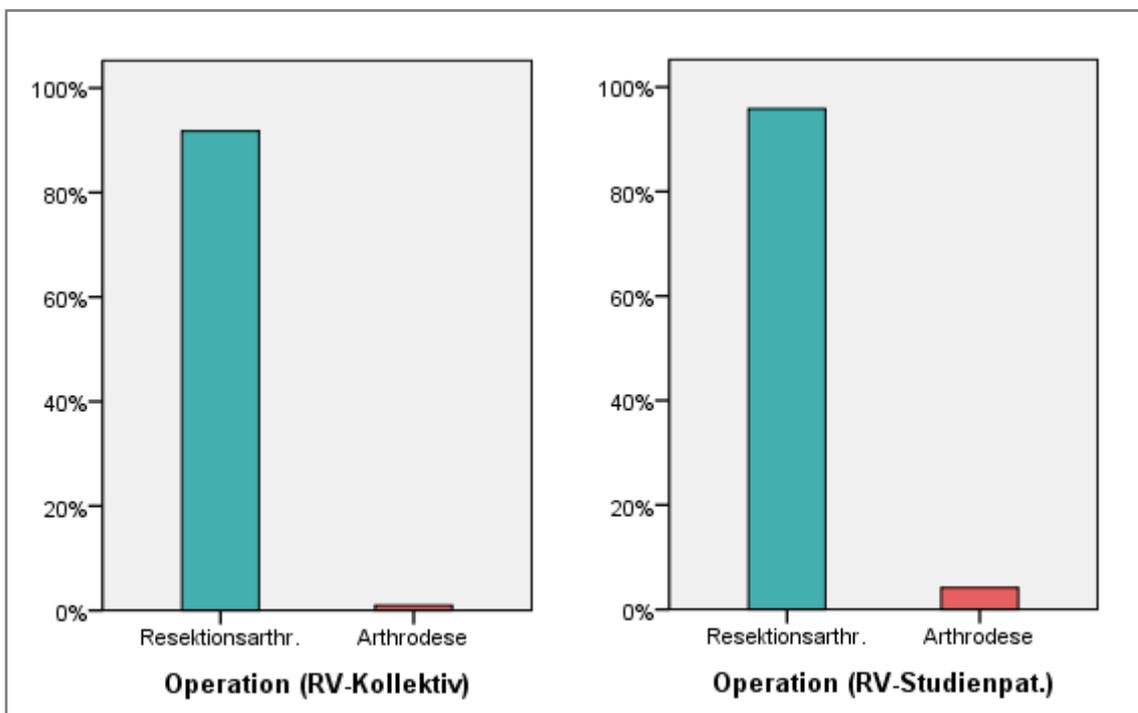


Abbildung 3.1.F. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Operation* (Art des durchgeführten Eingriffs). **Links:** Verteilung im RV-Kollektiv (425 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der RV-Studienpatienten (24 Hände).

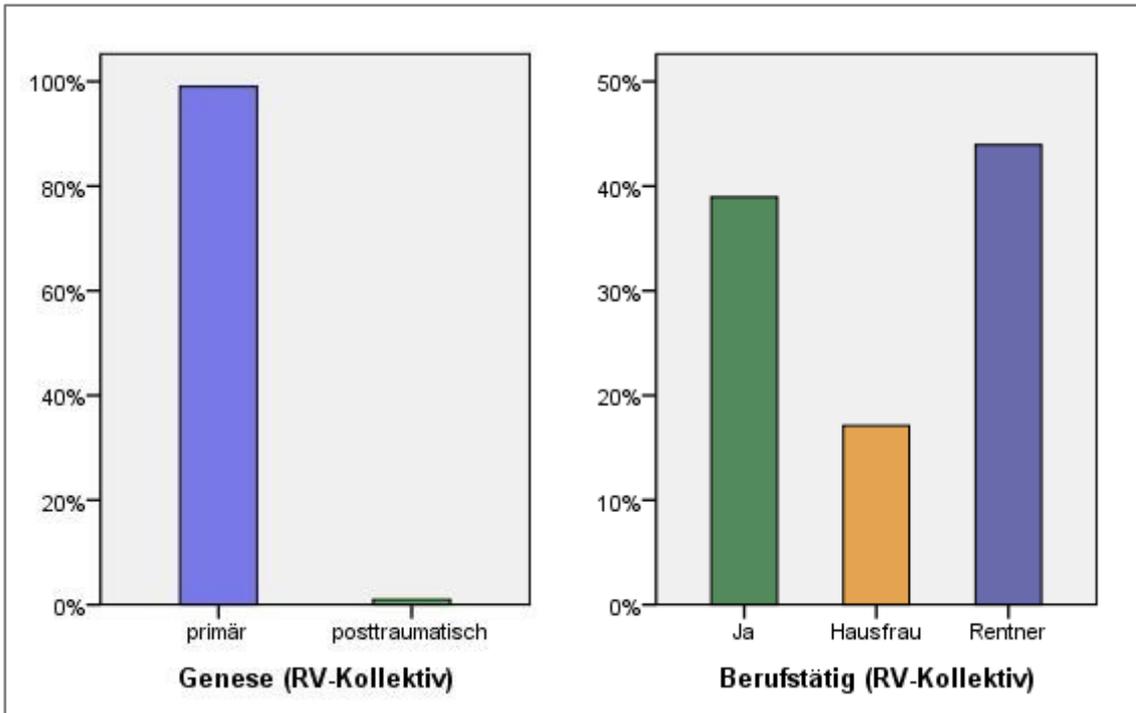


Abbildung 3.1.G. Daten des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände). Relative Häufigkeitsverteilung. **Links:** Merkmal *Genese* (Primär oder posttraumatisch entstandene Arthrose?). **Rechts:** Merkmal *Berufstätig* (Waren die Patienten zum Zeitpunkt der Operation berufstätig?).

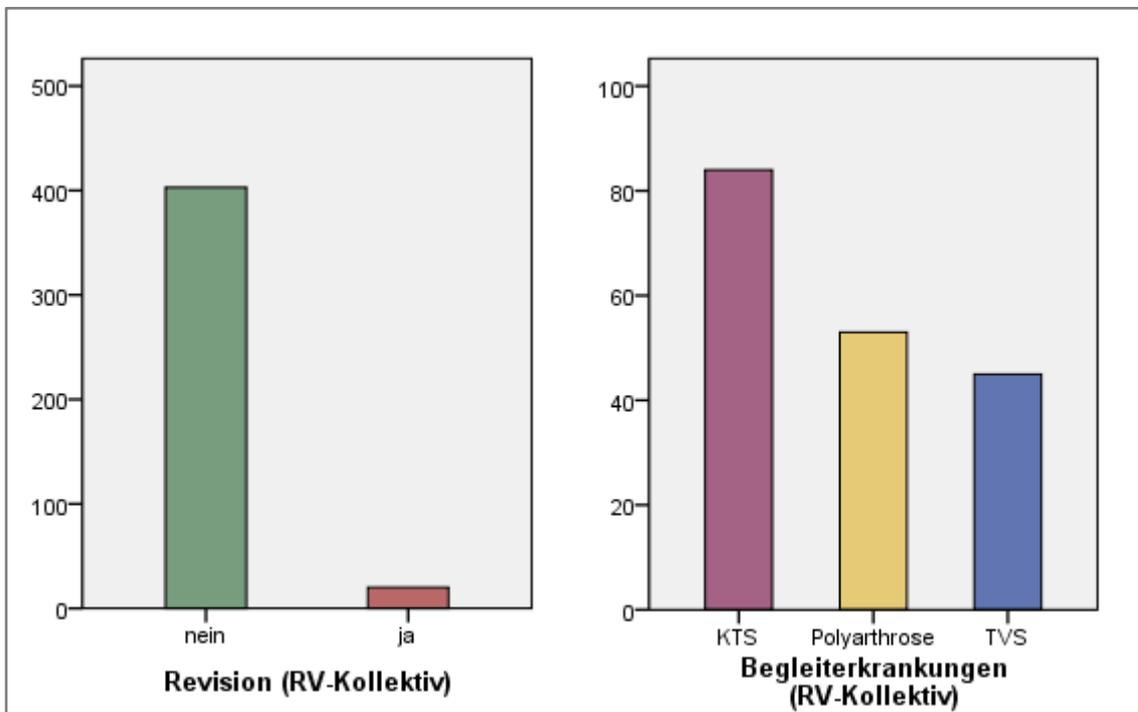


Abbildung 3.1.H. Daten des RV-Kollektivs (384 Patienten, 425 Hände). Absolute Häufigkeitsverteilung. **Links:** Merkmal *Revision* (Waren im Verlauf nach dem Primäreingriff Revisionseingriffe notwendig?). **Rechts:** Merkmal *Begleiterkrankungen*.

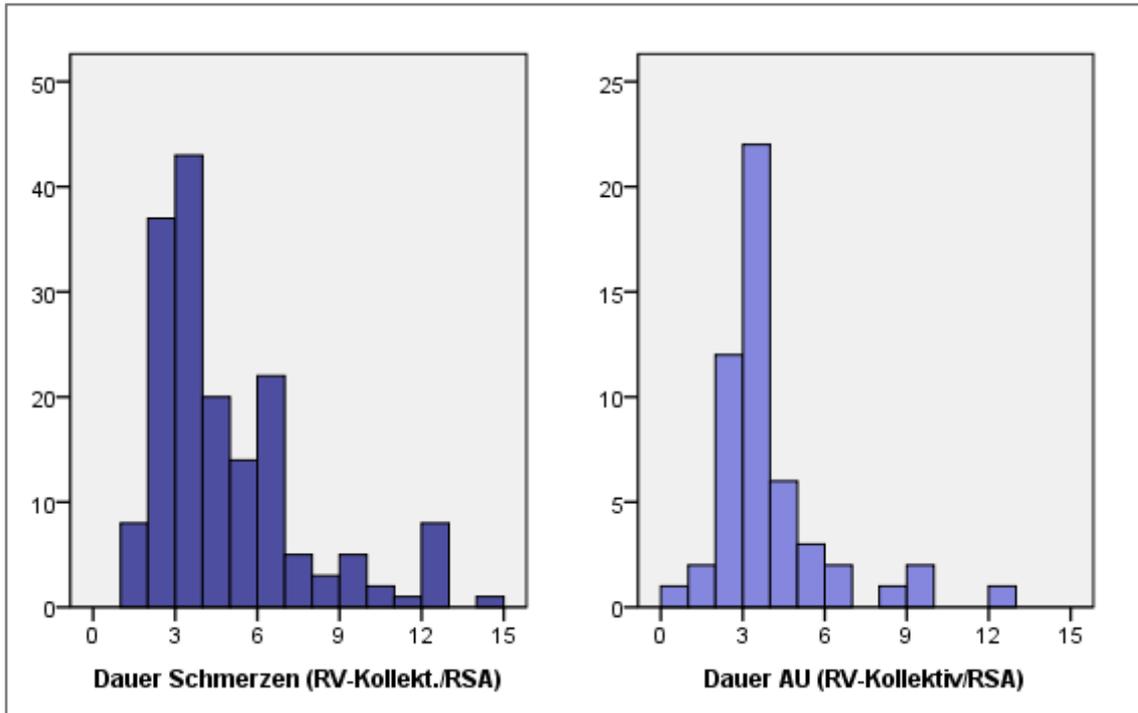


Abbildung 3.1.I. Daten des RV-Kollektivs, Untergruppe *Resektionsarthroplastik* (390 Hände). Histogramme, absolute Häufigkeitsverteilung. **Links:** Merkmal *Dauer Schmerzen* (Dauer relevanter Schmerzen nach der Operation in Monaten). **Rechts:** Merkmal *Dauer AU* (Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation in Monaten).

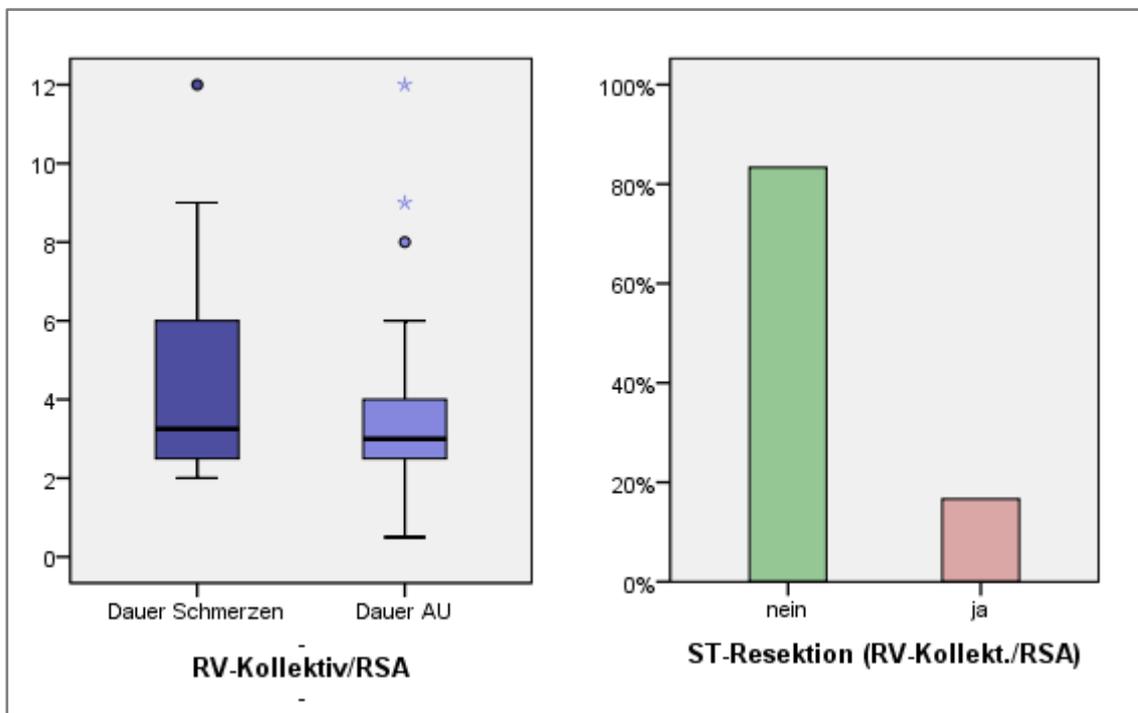


Abbildung 3.1.J. Daten des RV-Kollektivs, Untergruppe *Resektionsarthroplastik* (390 Hände). **Links:** Boxplot der Merkmale *Dauer Schmerzen* und *Dauer AU* (Dauer relevanter Schmerzen und Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation in Monaten). **Rechts:** Merkmal *ST-Resektion* (wurde zusätzlich eine Resektion des ST-Gelenks durchgeführt?)

3.2. Daten aus der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale

Altersverteilung: Im NES-Kollektiv (711 Patienten, 760 Hände) reicht das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation von 18 bis 86 Jahren bei einem Mittelwert von 57,9 Jahren und einem Median von 57 Jahren. Im Vergleich zu den Patienten des RV-Kollektivs (siehe [3.1. Daten aus dem Zentrum für Handchirurgie Ravensburg](#)) sind die Patienten des NES-Kollektivs etwas jünger (Differenz der Mittelwerte 3,3 Jahre, Differenz der Medianwerte 4 Jahre).

Die geschlechtsspezifische Altersverteilung im NES-Kollektiv zeigt (vergleichbar mit den Daten des RV-Kollektivs), dass Männer und Frauen in einem ähnlichen Alter von einer operationsbedürftigen Rhizarthrose betroffen sind (Männer: Mittelwert 56,7 Jahre und Median 56 Jahre; Frauen: Mittelwert 58,1 Jahre und Median 57 Jahre). Siehe hierzu [Abbildung 3.2.A \(links\)](#).

Die operationsspezifische Altersverteilung im NES-Kollektiv unterscheidet sich (vergleichbar mit den Daten des RV-Kollektivs) deutlich: die Patienten bei denen eine Arthrodesen durchgeführt wurde sind merklich jünger (Mittelwert 40,3 Jahre) als die Patienten bei denen eine Resektionsarthroplastik durchgeführt wurde (Mittelwert 58,1 Jahre). Dies spiegelt die unterschiedlichen Indikationsstellungen für Arthrodesen und Resektionsarthroplastiken wider (siehe [1.8. Operative Therapie](#)). Siehe hierzu [Abbildung 3.2.A \(rechts\)](#).

Die altersspezifischen Häufigkeitsverteilungen des NES-Kollektivs (711 Patienten, 760 Hände) und der NES-Studienpatienten (39 Patienten, 46 Hände) unterscheiden sich deutlich, erwartungsgemäß bedingt durch die Alterskriterien für den Einschluss in die Studie. Siehe hierzu [Abbildung 3.2.B](#).

Geschlechtsverteilung: Das NES-Kollektiv (760 Hände) zeigt eine deutliche Gewichtung zugunsten der weiblichen Hände, es setzt sich (vergleichbar mit den Daten des RV-Kollektivs) aus 146 männlichen (19,2 %) und 614 weiblichen (80,8 %) Händen zusammen. Dahingegen zeigt die Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände) eine andere Gewichtung, sie setzen sich aus 30 männlichen (65,2 %) und 16 weiblichen (34,8 %) Händen zusammen. Siehe hierzu [Abbildung 3.2.C](#). Diese Umverteilung ist

Folge der Forderung einer handwerklichen, eher von Männern ausgeübten Tätigkeit als Kriterium für den Einschluss in die Studie (siehe *2.1. Patientenkollektiv*).

Seitenverteilung: Das NES-Kollektiv (760 Hände) zeigt eine weitgehend symmetrische Verteilung bezüglich der Seitenlokalisation. 387 (50,9 %) rechte und 373 (49,1 %) linke Hände wurden operiert, wobei 49 Patienten in dem betrachteten Zeitraum von 6,5 Jahren an beiden Händen operativ behandelt wurden.

In der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände) ist die Verteilung ungleich gewichtet, 17 (37,0 %) rechte und 29 (63,0 %) linke Hände wurden operiert, wobei 7 Patienten (17,9 %) an beiden Händen operativ behandelt wurden. Siehe hierzu *Abbildung 3.2.D*.

Art des operativen Eingriffs: Im NES-Kollektiv (760 Hände) wurde (vergleichbar mit den Daten des RV-Kollektivs) deutlich häufiger eine Resektionsarthroplastik durchgeführt (bei 750 Händen, 98,7 %) als eine Arthrodesen (bei 10 Händen, 1,3 %). Im Vergleich dazu liegt in der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände) der Anteil der Arthrodesen mit 10 Händen (21,7 %) vergleichsweise deutlich höher (und deutlich höher als in der Gruppe der RV-Studienpatienten), bei 36 Resektionsarthroplastiken (78,3 %). Siehe dazu *Abbildung 3.2.E*.

Alle 10 Patienten aus dem NES-Kollektiv, bei denen Arthrodesen durchgeführt wurden, erfüllten die Einschlusskriterien und wurden in die Studie aufgenommen.

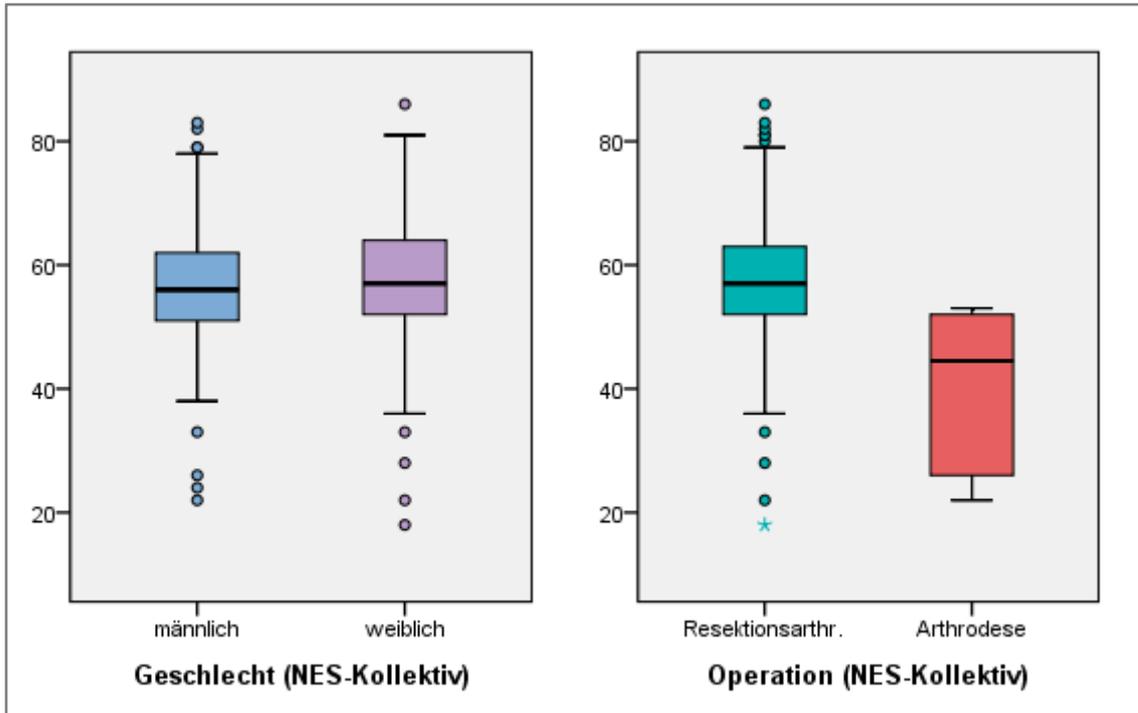


Abbildung 3.2.A. Daten des NES-Kollektivs (711 Patienten, 760 Hände). Boxplots der Altersverteilung (Merkmal *Patientenalter*, Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren). **Links:** Geschlechtsspezifische Altersverteilung **Rechts:** Operationsspezifische Altersverteilung.

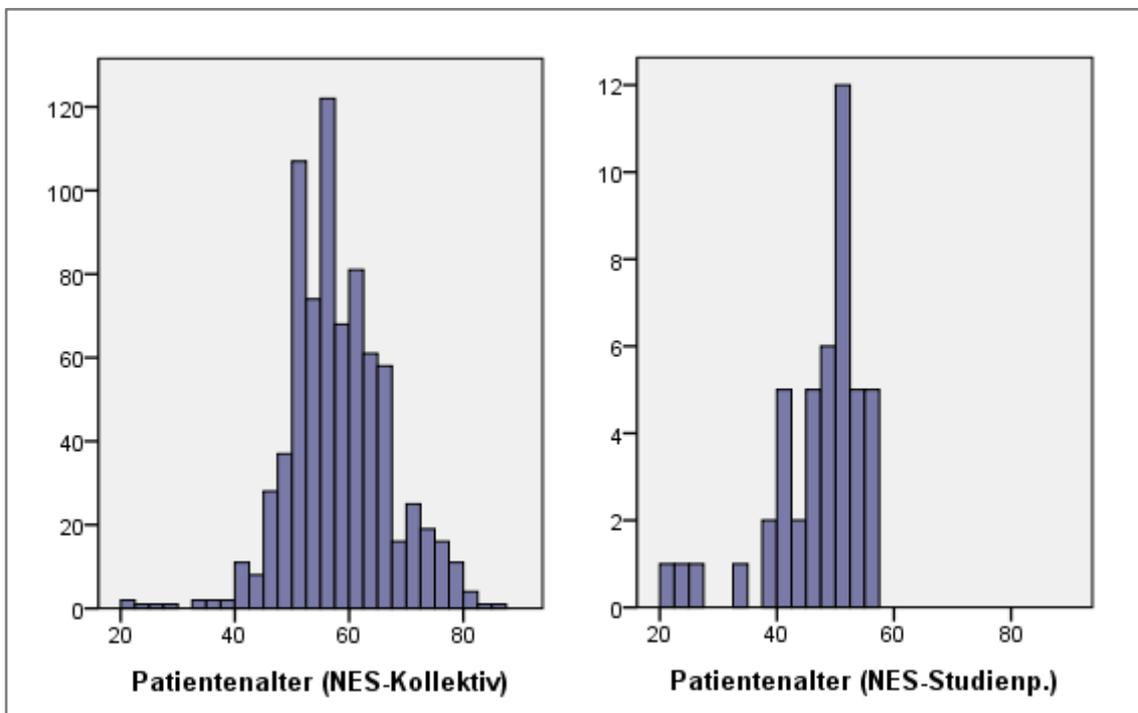


Abbildung 3.2.B. Histogramme des Merkmals *Patientenalter* (Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren). Absolute Häufigkeitsverteilung (Anzahl der Hände). **Links:** Verteilung im NES-Kollektiv (760 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände).

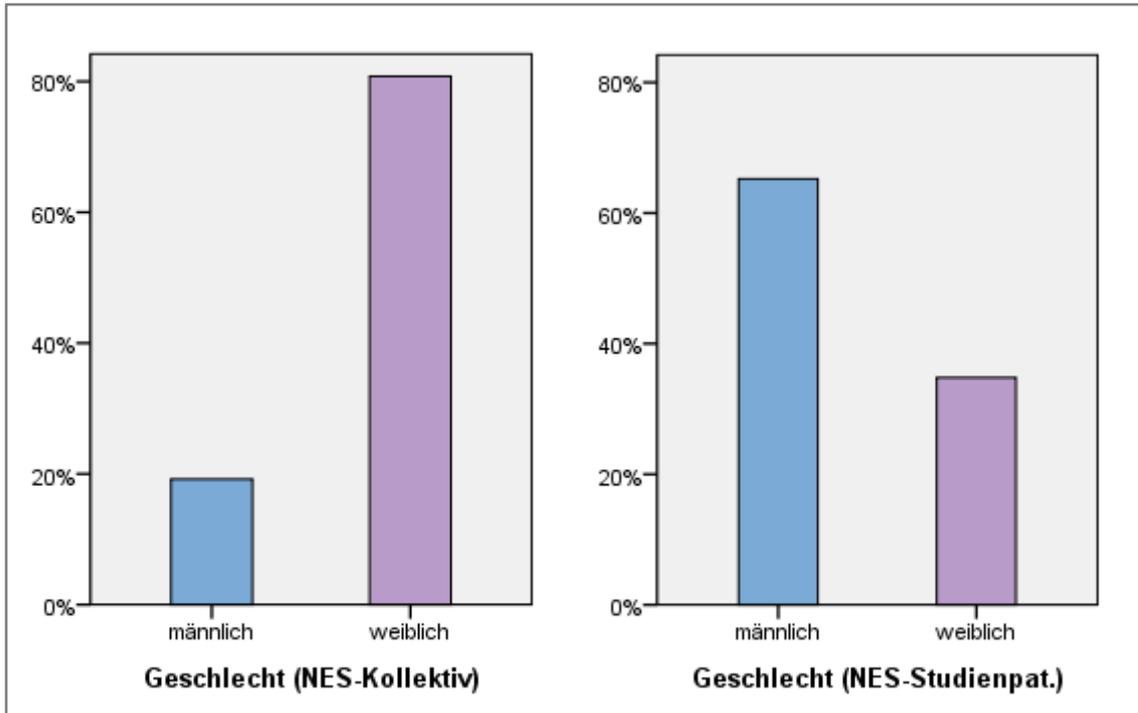


Abbildung 3.2.C. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Geschlecht*. **Links:** Verteilung im NES-Kollektiv (760 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände).

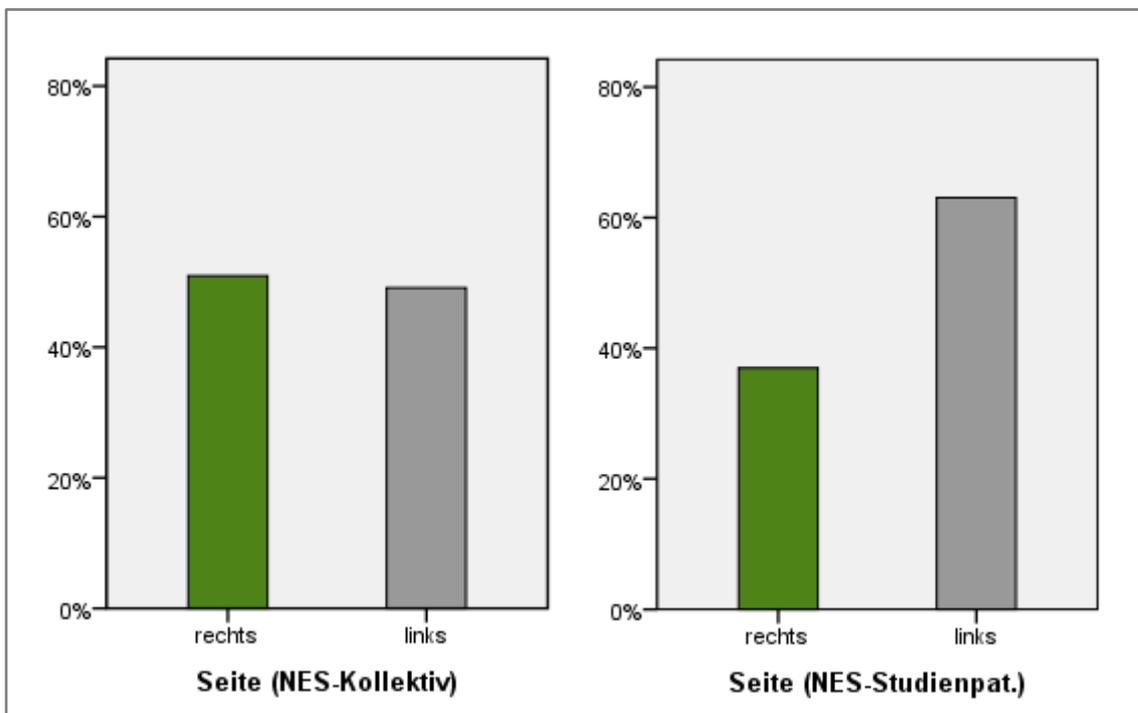


Abbildung 3.2.D. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Seitenlokalisation*. **Links:** Verteilung im NES-Kollektiv (760 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände).

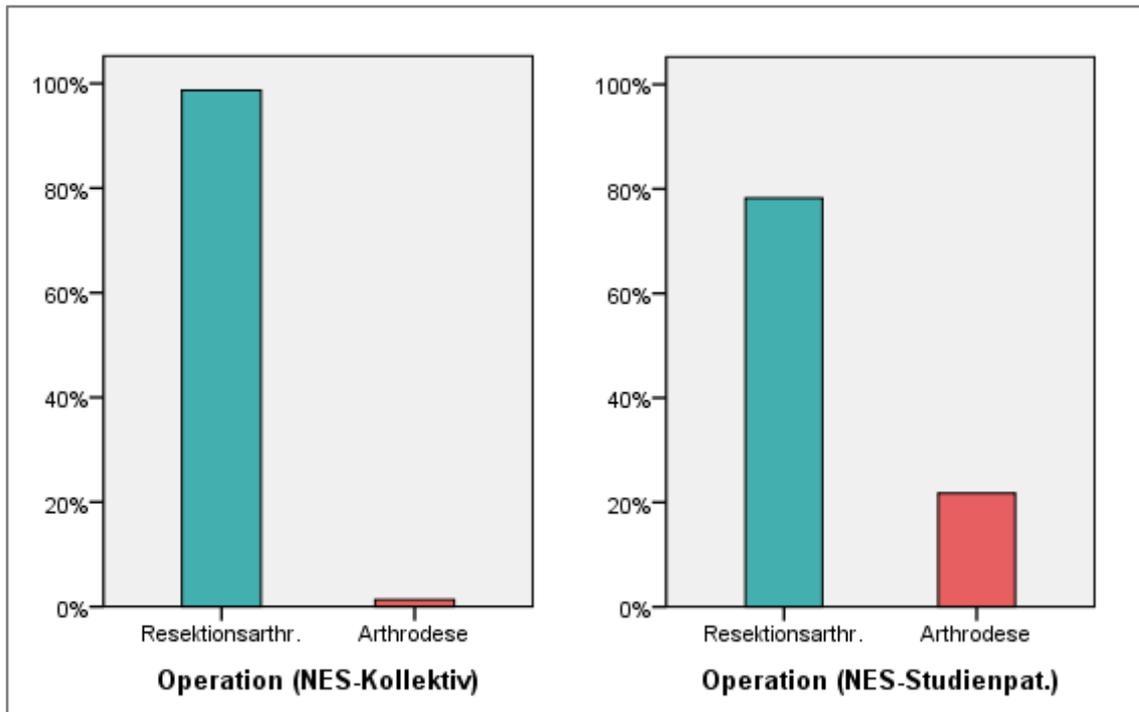


Abbildung 3.2.E. Relative Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Operation* (Art des durchgeführten Eingriffs). **Links:** Verteilung im NES-Kollektiv (760 Hände). **Rechts:** Verteilung in der Gruppe der NES-Studienpatienten (46 Hände).

3.3. Daten aller Studienpatienten aus beiden Kliniken

Im Folgenden werden die Daten aller Studienpatienten aus beiden Kliniken zusammengefasst ausgewertet. RV-Studienpatienten (23 Patienten, 24 Hände) + NES-Studienpatienten (39 Patienten, 46 Hände) = Gesamt-Studienpatienten (62 Patienten, 70 Hände).

Zeitspanne von der Operation bis zur Nachuntersuchung: Die Zeitspanne von der Operation bis zur Nachuntersuchung/Befragung der Patienten reicht von 12 bis 94 Monaten (1,0 bis 7,8 Jahren) bei einem Mittelwert von 33,3 Monaten und einem Median von 27 Monaten.

Art des operativen Eingriffs: Es zeigt sich eine deutliche asymmetrische Verteilung bezüglich des durchgeführten Eingriffs. Es wurden **59 Resektionsarthroplastiken (84,3 %)** und **11 Arthrodesen (15,7 %)** durchgeführt. Siehe dazu *Abbildung 3.3.A (links)*.

Geschlechtsverteilung: Es zeigt sich eine symmetrische Verteilung bezüglich des Geschlechts der operierten Hände. Die Gruppe setzt sich aus 35 männlichen (50,0 %) und 35 weiblichen (50,0 %) Händen zusammen. Siehe dazu *Abbildung 3.3.A (rechts)*.

Die Gruppe nach **Resektionsarthroplastik (RSA-Gruppe)** setzt sich aus 24 männlichen (40,7 %) und 35 weiblichen (59,3 %) Händen zusammen. Die Gruppe nach **Arthrodese (AD-Gruppe)** setzt sich aus 11 männlichen (100,0 %) und 0 weiblichen (0,0 %) Händen zusammen.

Seitenverteilung: Die Studiengruppe zeigt eine asymmetrische Verteilung bezüglich der Seitenlokalisierung der operierten Hände. 29 (41,4 %) rechte und 41 (58,6 %) linke Hände wurden operiert. 8 Patienten wurden an beiden Händen operiert. Siehe dazu *Abbildung 3.3.B (links)*.

Genese der Arthrose: Bei 62 Händen (88,6 %) lag eine primäre Rhizarthrose vor, bei 8 Händen (11,4 %) war die Arthrose posttraumatisch entstanden. Siehe dazu *Abbildung 3.2.B (rechts)*.

In der **RSA-Gruppe** lag bei 57 Händen (96,6 %) eine primäre und bei 2 Händen (3,4 %) eine posttraumatischen Rhizarthrose vor. In der **AD-Gruppe** lag bei 5 Händen (45,5 %) eine primäre und bei 6 Händen (54,5 %) eine posttraumatischen Rhizarthrose vor.

Altersverteilung: Das Alter der Studienpatienten (genauer ausgedrückt das Alter der Studienhände, da ein beidseits operierter Patient mit zwei unterschiedlichen Werten für die beiden Seiten in die Studie einfluss) zum Zeitpunkt der Operation **reicht von 22 bis 55 Jahren bei einem Mittelwert von 48,0 Jahren und einem Median von 50 Jahren**. Entsprechend den Einschlusskriterien (siehe *2.1.Patientenkollektiv*) finden sich in der Studie nur Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation maximal 55 Jahre alt waren. Siehe hierzu *Abbildung 3.3.C (links)*.

Abbildung 3.3.C (rechts) zeigt die geschlechtsspezifische Altersverteilung als Boxplot. Die Altersverteilung bei den männlichen und den weiblichen Händen ist unterschiedlich, die mittleren Quartile liegen jedoch jeweils im Bereich um das 50. Lebensjahr.

In der **RSA-Gruppe** reicht das Alter von 38 bis 55 Jahren bei einem Mittelwert von 49,4 Jahren und einem Median von 50 Jahren. In der **AD-Gruppe** reicht das Alter von 22 bis 53 Jahren bei einem Mittelwert von 40,4 Jahren und einem Median von 44 Jahren. **Die AD-Gruppe konzentriert sich somit deutlich mehr im jüngeren Bereich.** Siehe dazu *Abbildung 3.3.D (links).*

Revisionseingriffe: Bei 6 Händen (8,6 %) war im Verlauf eine Revisionsoperation notwendig. 1 Fall betraf die **RSA-Gruppe, die Revisionsrate in dieser Gruppe beträgt 1,7 %.** 5 Fälle betrafen die **AD-Gruppe, die Revisionsrate beträgt 45,5 %.** Siehe dazu *Abbildung 3.3.D (rechts).*

Ursache für die Revision in der **RSA-Gruppe** war eine symptomatische fortgeschrittene ST-Arthrose, die erst im postoperativen Verlauf erkannt und dann sekundär durch Resektion des proximalen Anteils des Trapezoideums und Interposition von Palmaris-longus-Sehne behandelt wurde.

Ursachen für die Revisionen in der **AD-Gruppe** waren:

- 2 schmerzhafte Pseudarthrosen: 1x nach Osteosynthese mit nicht-winkelstabiler T-Platte, K-Draht und Spongiosaplastik. 1x nach Osteosynthese mit nicht-winkelstabiler T-Platte ohne Spongiosaplastik. **Die Pseudarthrosen-Rate in der AD-Gruppe liegt somit bei 18,1 %.**
- 1 Plattenbruch nach Osteosynthese mit nicht-winkelstabiler T-Platte.
- 1 schmerzhafte STT-Arthrose.
- 1 Fall mit Schmerzen und schlechter Beweglichkeit des Daumens (ungünstige Position der Arthrodesen).

Alle diese 5 Arthrodesen wurden bei der Revision in eine Resektionsarthroplastik umgewandelt.

Die beiden Gruppen unterschieden sich in der Häufigkeitsverteilung des Merkmals *Revision* deutlich, die **Revisionsrate ist in der AD-Gruppe deutlich höher.** Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Exakter Test nach Fisher bei unverbundenen Stichproben, $p < 0,001$).

Dauer der Schmerzen: In der **RSA-Gruppe** reichte die Dauer relevanter Schmerzen von 0,25 bis 14,0 Monaten bei einem Mittelwert von 5,3 Monaten und einem Median von 5,0 Monaten. In der **AD-Gruppe** reichte die Dauer relevanter Schmerzen von 3,0 bis 15,0 Monaten bei einem Mittelwert von 9,8 Monaten und einem Median von 10,5 Monaten. Siehe dazu *Abbildung 3.3.E* und *Abbildung 3.3.G (links)*.

In der **AD-Gruppe** sind nur wenige Einzelwerte vorhanden, da die Werte der Patienten mit Revisionsoperationen *nicht* in die Berechnung mit eingeflossen sind.

Der Mittelwert und der Median in der **AD-Gruppe** sind somit jeweils annähernd doppelt so groß wie die Werte in der **RSA-Gruppe**. Es besteht jedoch *kein* statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich dieses Merkmals (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, Signifikanzniveau 0,05).

Dauer der Arbeitsunfähigkeit: In der **RSA-Gruppe** reichte die Dauer der Arbeitsunfähigkeit von 0,5 bis 12,0 Monaten bei einem Mittelwert von 3,4 Monaten und einem Median von 3,0 Monaten. In der **AD-Gruppe** reichte die Dauer der Arbeitsunfähigkeit von 2,5 bis 14,0 Monaten bei einem Mittelwert von 8,4 Monaten und einem Median von 8,5 Monaten. Siehe dazu *Abbildung 3.3.F* und *Abbildung 3.3.G (rechts)*.

In der **AD-Gruppe** sind wiederum nur wenige Einzelwerte vorhanden, da die Werte der Patienten mit Revisionsoperation *nicht* in die Berechnung mit eingeflossen sind, zudem wurde 1 Patient im Verlauf nach der Operation berentet weil er seinen Beruf nicht mehr ausüben konnte.

Der Mittelwert und der Median in der **AD-Gruppe** sind somit jeweils mehr als doppelt so groß wie die Werte in der **RSA-Gruppe**. Es besteht jedoch *kein* statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, Signifikanzniveau 0,05).

Schmerzniveau: Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Beobachtung. Es lagen deshalb keine genauen Aufzeichnungen über das präoperative Schmerzniveau vor. Die Patienten wurden daher bei der Nachuntersuchung gebeten,

sich so gut wie möglich an die Schmerzsituation unmittelbar vor der Operation zu erinnern und diese auf der Visuellen Analogskala (VAS) anzugeben. Zudem wurden sie gebeten, die aktuell noch bestehenden Schmerzen auf der VAS anzugeben.

In der **RSA-Gruppe** reichten die Werte für das präoperative Schmerzniveau auf der Visuellen Analogskala in Ruhe von 0,0 bis 10,0 (Mittelwert 5,0 und Median 5,1) und bei Belastung von 5,0 bis 10,0 (Mittelwert 8,8 und Median 9,0). In der **AD-Gruppe** reichten die Werte in Ruhe von 0,0 bis 8,8 (Mittelwert 3,0 und Median 2,0) und bei Belastung von 2,0 bis 10,0 (Mittelwert 7,3 und Median 8,0).

In der **RSA-Gruppe** reichten die Werte für das postoperative Schmerzniveau auf der Visuellen Analogskala in Ruhe von 0,0 bis 6,3 (Mittelwert 1,3 und Median 0,2) und bei Belastung von 0,0 bis 9,0 (Mittelwert 3,1 und Median 2,2). In der **AD-Gruppe** reichten die Werte in Ruhe von 0,0 bis 9,2 (Mittelwert 3,0 und Median 3,0) und bei Belastung von 3,0 bis 10,0 (Mittelwert 5,3 und Median 4,0).

Siehe dazu *Abbildung 3.3.H* und *Abbildung 3.3.I*.

Die Werte für die Differenz des prä- und postoperativen Schmerzniveaus ($VAS_{\text{Differenz}} = VAS_{\text{postop}} - VAS_{\text{präop}}$) reichten in der **RSA-Gruppe** in Ruhe von -9,3 bis +4,0 (Mittelwert -3,7 und Median -3,0) und bei Belastung von -10,0 bis 0,0 (Mittelwert -5,7 und Median -6,0). In der **AD-Gruppe** reichten die Werte in Ruhe von -2,0 bis +3,0 (Mittelwert +0,1 und Median 0,0) und bei Belastung von -6,0 bis 0,0 (Mittelwert -3,4 und Median -3,8). Negative Werte zeigen eine Schmerzreduktion nach der Operation, positive Werte eine Zunahme der Schmerzen nach der Operation. Siehe dazu *Abbildung 3.3.J*.

Bei 5 Patienten der **AD-Gruppe** wurde eine Revisionsoperation durchgeführt, bei der die Arthrodesis in eine Resektionsarthroplastik umgewandelt wurde. Die Werte der Schmerzniveaus und die Werte für $VAS_{\text{Differenz}}$ dieser Fälle wurden bei der Auswertung *nicht* berücksichtigt, da diese Werte letztlich nicht für das Ergebnis der Arthrodesis sondern für das der Rettungsoperation stehen.

Bei 1 Patient der **RSA-Gruppe** wurde eine Revisionsoperation durchgeführt (ST-Resektion wegen persistierender Beschwerden). Für diesen Patienten wurden die postoperativen Werte nach der letzten Operation (der Revision) berücksichtigt, da das Operationsverfahren in diesem Fall nicht gewechselt sondern nur erweitert wurde.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich in den Merkmalen für die Schmerzniveaus, die Schmerzreduktion prä- zu postoperativ ist in der RSA-Gruppe höher. Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, $p < 0,01$ für die Werte in Ruhe und $p < 0,05$ für die Werte bei Belastung).

Kraftmessung: Bei der Nachuntersuchung wurden die Grobkraft und die Kraft beim Schlüsselgriff und beim Spitzgriff gemessen. Diese Messungen wurden sowohl an der operierten Hand als auch an der kontralateralen (nicht operierten) Hand durchgeführt. Aus diesen Werten wurde der Quotient *Kraft der operierten Hand/Kraft der kontralateralen Hand* errechnet. Ein Quotient kleiner 1 bedeutet demnach, dass die operierte Hand schwächer als die kontralaterale ist. Ein Quotient größer 1 bedeutet, dass die operierte Hand stärker ist. Für beidseits operierte Patienten wurde dieser Quotient *nicht* errechnet.

In der **RSA-Gruppe** reichte der Quotient der Grobkraft von 0,47 bis 2,58 (Mittelwert 1,05 und Median 0,92). In der **AD-Gruppe** reichte der Quotient der Grobkraft von 0,35 bis 0,83 (Mittelwert 0,65 und Median 0,74).

In der **RSA-Gruppe** reichte der Quotient der Kraft beim Schlüsselgriff von 0,20 bis 4,50 (Mittelwert 1,06 und Median 0,85). In der **AD-Gruppe** reichte der Quotient der Kraft beim Schlüsselgriff von 0,23 bis 1,00 (Mittelwert 0,69 und Median 0,79).

In der **RSA-Gruppe** reichte der Quotient der Kraft beim Spitzgriff von 0,0 bis 5,0 (Mittelwert 1,00 und Median 0,89). In der **AD-Gruppe** reichte der Quotient der Kraft beim Spitzgriff von 0,18 bis 1,00 (Mittelwert 0,67 und Median 0,79).

Siehe dazu *Abbildung 3.3.K*.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der Kraft der operierten und der kontralateralen (nicht operierten) Hände. Die Mittelwerte und die Medianwerte der Quotienten *Kraft der operierten Hand/Kraft der kontralateralen Hand* für die Grobkraft und die Kraft beim Schlüsselgriff und beim Spitzgriff liegen in der **RSA-Gruppe** jeweils höher als in der **AD-Gruppe**.

Dieser Unterschied beider Gruppen ist für die Grobkraft statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, $p < 0,01$), für

die Kraft bei Schlüsselgriff und beim Spitzgriff ist er statistisch *nicht* signifikant (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, Signifikanzniveau 0,05). Dies bedeutet, dass der Verlust an Grobkraft nach Arthrodeese größer ist als nach Resektionsarthroplastik – oder dass der Gewinn an Grobkraft nach Arthrodeese kleiner ist als nach Resektionsarthroplastik (jeweils im Vergleich zur kontralateralen Hand).

Subjektive Kraftminderung: Zusätzlich zur objektiv gemessenen Kraft der operierten Hand im Vergleich zur Gegenseite (s. o.) wurden die Patienten bei der Nachuntersuchung gebeten, die Minderung der Kraft der betroffenen Hand durch die Operation abzuschätzen. Als Referenz galt dabei der Zustand der Hand, noch bevor durch die schmerzhafteste Rhizarthrose eine Kraftminderung spürbar war. 0 % Kraftminderung postoperativ bedeuten demnach, dass für die Patienten subjektiv keine Kraftminderung spürbar war und die Kraft wieder das ursprüngliche Niveau vor der Erkrankung erreicht hat. 100 % Kraftminderung bedeuten, dass die Hand vollständig kraftlos ist.

In der **RSA-Gruppe** reichte die subjektive Kraftminderung postoperativ von 0 % bis 75 % (Mittelwert 28 % und Median 25 %). In der **AD-Gruppe** reichte die subjektive Kraftminderung postoperativ von 25 % bis 80 % (Mittelwert 55 % und Median 60 %). Siehe dazu *Abbildung 3.3.L (links)*.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der subjektiven Kraftminderung postoperativ. Die Kraftminderung ist in der RSA-Gruppe geringer. Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, $p < 0,05$).

Subjektive Verminderung der handwerklichen Geschicklichkeit: Analog zur Beurteilung der subjektiven Kraftminderung (s. o.) wurden die Patienten bei der Nachuntersuchung gebeten, die Verminderung der handwerklichen Geschicklichkeit der betroffenen Hand durch die Operation abzuschätzen („Können Sie jetzt mit der operierten Hand handwerkliche oder belastende Tätigkeiten schlechter ausführen als vor der Operation?“). Als Referenz galt wiederum der Zustand der Hand, noch bevor durch die schmerzhafteste Rhizarthrose eine Verminderung der Geschicklichkeit spürbar

war. Die Angabe erfolgte auf der Visuellen Analogskala. Ein Wert von 0 bedeutet, dass diese Tätigkeiten gleich gut wie früher durchgeführt werden können. Ein Wert von 10 bedeutet, dass diese Tätigkeiten viel schlechter als früher durchgeführt werden können.

In der **RSA-Gruppe** reichte die subjektive Verminderung der handwerklichen Geschicklichkeit postoperativ von 0,0 bis 10,0 (Mittelwert 3,4 und Median 3,7). In der **AD-Gruppe** reichte die subjektive Kraftminderung postoperativ von 3,0 bis 10,0 (Mittelwert 6,8 und Median 7,3). Siehe dazu *Abbildung 3.3.L (rechts)*.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der subjektiven Verminderung der handwerklichen Geschicklichkeit postoperativ. Die Verminderung der Geschicklichkeit ist in der RSA-Gruppe geringer. Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, $p < 0,01$).

DASH-Score: In der **RSA-Gruppe** reichten die Werte für den DASH-Score postoperativ von 0 bis 63 bei einem Mittelwert von 27,4 und einem Median von 23. In der **AD-Gruppe** reichten die Werte von 8 bis 76 bei einem Mittelwert von 34,4 und einem Median von 15. Siehe dazu *Abbildung 3.3.M (links)*.

Die Werte für die 5 Revisionen der **AD-Gruppe** wurden wiederum nicht berücksichtigt, der Wert für die 1 Revision der **RSA-Gruppe** wurde berücksichtigt.

Es besteht *kein* statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, Signifikanzniveau 0,05).

Patientenzufriedenheit: Auf die Frage: „Würden Sie die Operation nochmals durchführen lassen?“, antworteten in der **RSA-Gruppe** 54 Patienten (91,5 %) mit „Ja“ und 2 Patienten (3,4 %) mit „Nein“ bei 3 Enthaltungen (5,1 %). In der **AD-Gruppe** antworteten 3 Patienten (27,3 %) mit „Ja“ und 7 Patienten (63,6 %) mit „Nein“ bei 1 Enthaltung (9,1 %). Siehe dazu *Abbildung 3.3.M (rechts)*.

Die beiden Gruppen unterschieden sich in diesem Merkmal deutlich, die **Patientenzufriedenheit ist in der RSA-Gruppe deutlich höher**. Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Chi-Quadrat-Test bei unverbundenen Stichproben, $p < 0,001$).

Gutachter-Wertung: Zur genauen Funktion des Gutachter-Systems siehe [2.4. Datenauswertung und Darstellung](#). Die drei Gutachter entschieden anhand des Gesamtbildes aller vorhandenen Daten eines Patienten und bewerteten die Behandlungsergebnisse mit 0 bis 10 Punkten. Es wurden ausschließlich ganze Zahlen vergeben, kein Dezimalzahlen. 0 Punkte stellen ein sehr schlechtes, grundsätzlich unbefriedigendes Behandlungsergebnis dar. 10 Punkte stellen ein sehr gutes Behandlungsergebnis dar.

Jeder Gutachter bewertete jeden der 70 Fälle. Die Wertungen der Gutachter für die einzelnen Fälle lagen relativ dicht beieinander: sie unterschieden sich um maximal 2 Punkte voneinander, so dass die Wertung eines Gutachters um maximal 1,3 Punkte vom Durchschnittswert des jeweiligen Falles abwich. Jeder Gutachter nutzte bei der Bewertung der 70 Fälle die gesamte Breite des Bewertungsspektrums und vergab von 0 bis 10 Punkte. Aus den Werten der drei Gutachter wurde für jeden Fall ein Durchschnittswert errechnet.

In der [RSA-Gruppe](#) reichten die Wertungspunkte von 0 bis 10 bei einem Mittelwert von 7,3 und einem Median von 7,7. In der [AD-Gruppe](#) reichten die Wertungspunkte von 0 bis 10 bei einem Mittelwert von 4,0 und einem Median von 4,0. Siehe dazu [Abbildung 3.3.N](#).

Die beiden Gruppen unterschieden sich in diesem Merkmal deutlich, die **Gutachterwertung ist für die RSA-Gruppe deutlich höher**. Dieser Unterschied ist **statistisch signifikant** (Mann-Whitney-U-Test bei unverbundenen Stichproben, nicht normalverteilt, $p < 0,01$).

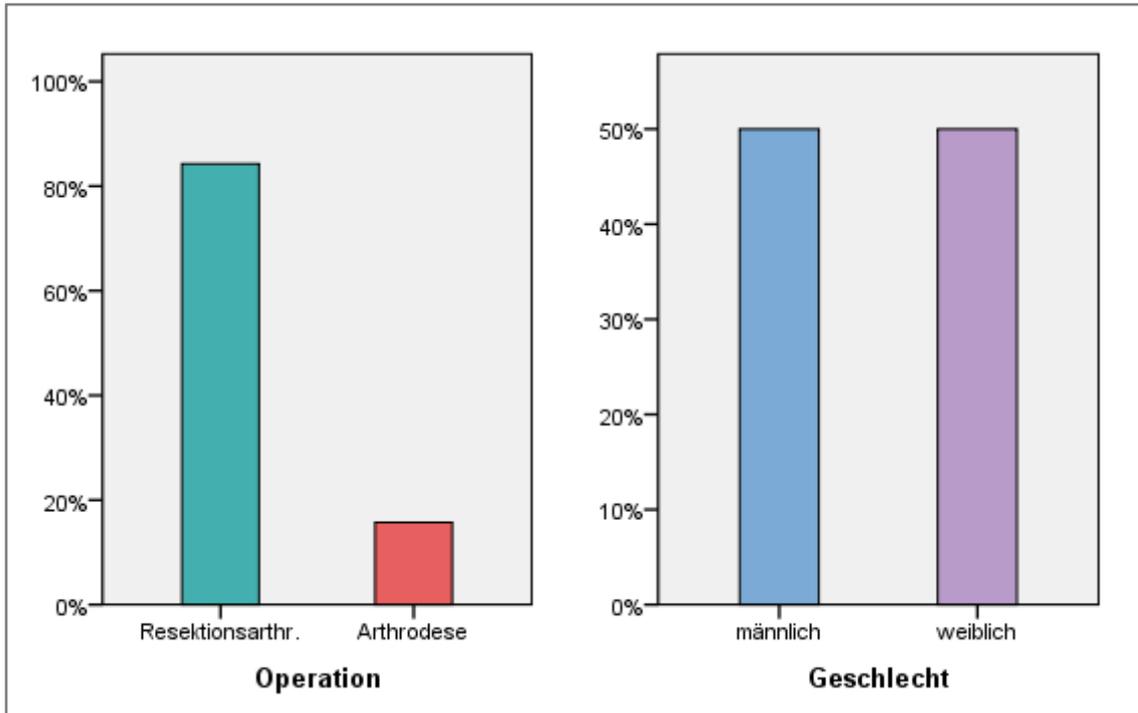


Abbildung 3.3.A. Relative Häufigkeitsverteilung bei 70 Händen. **Links:** Merkmal *Operation*. **Rechts:** Merkmal *Geschlecht*.

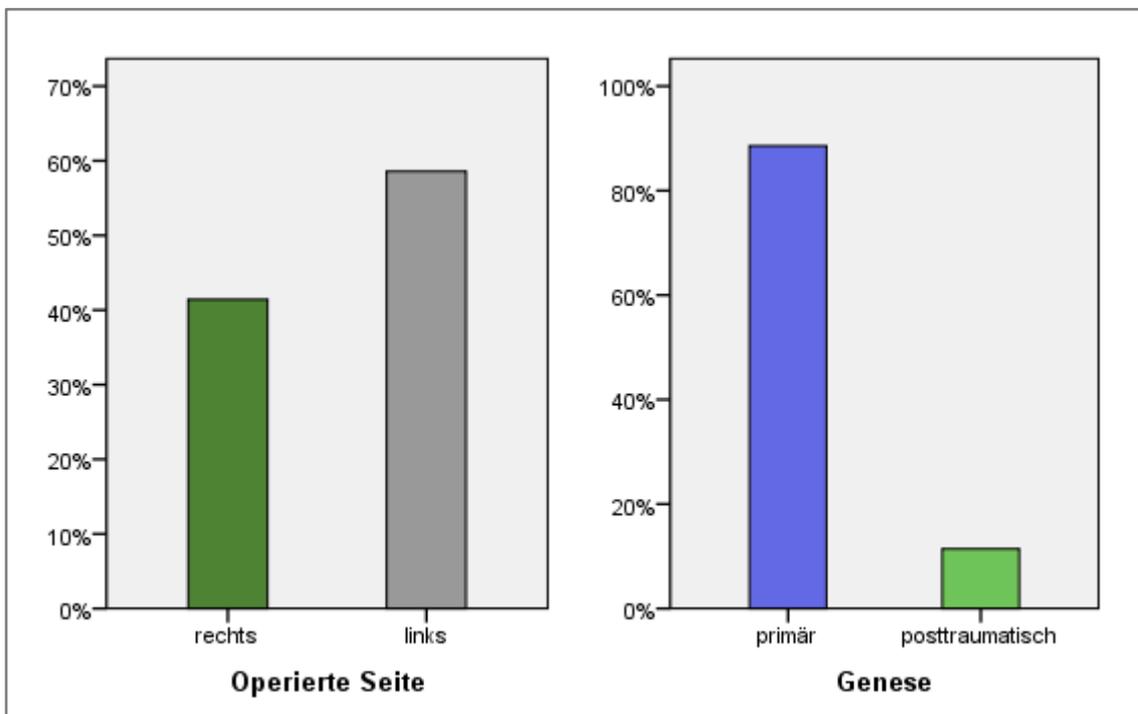


Abbildung 3.3.B. Relative Häufigkeitsverteilung bei 70 Händen. **Links:** Merkmal *Seitenlokalisierung*. **Rechts:** Merkmal *Genese* (Primär oder posttraumatisch entstandene Arthrose?).

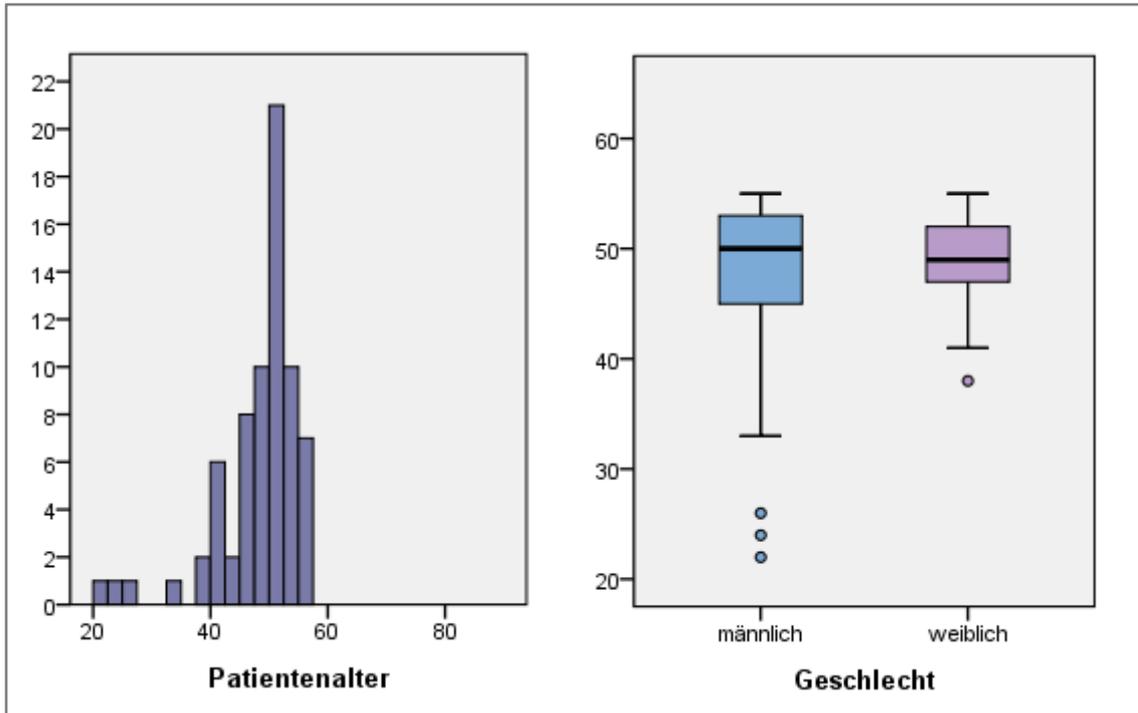


Abbildung 3.3.C. Merkmal *Patientenalter* (Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren) bei 70 Händen. **Links:** Histogramm. Absolute Häufigkeitsverteilung. **Rechts:** Boxplot der geschlechtsspezifische Altersverteilung.

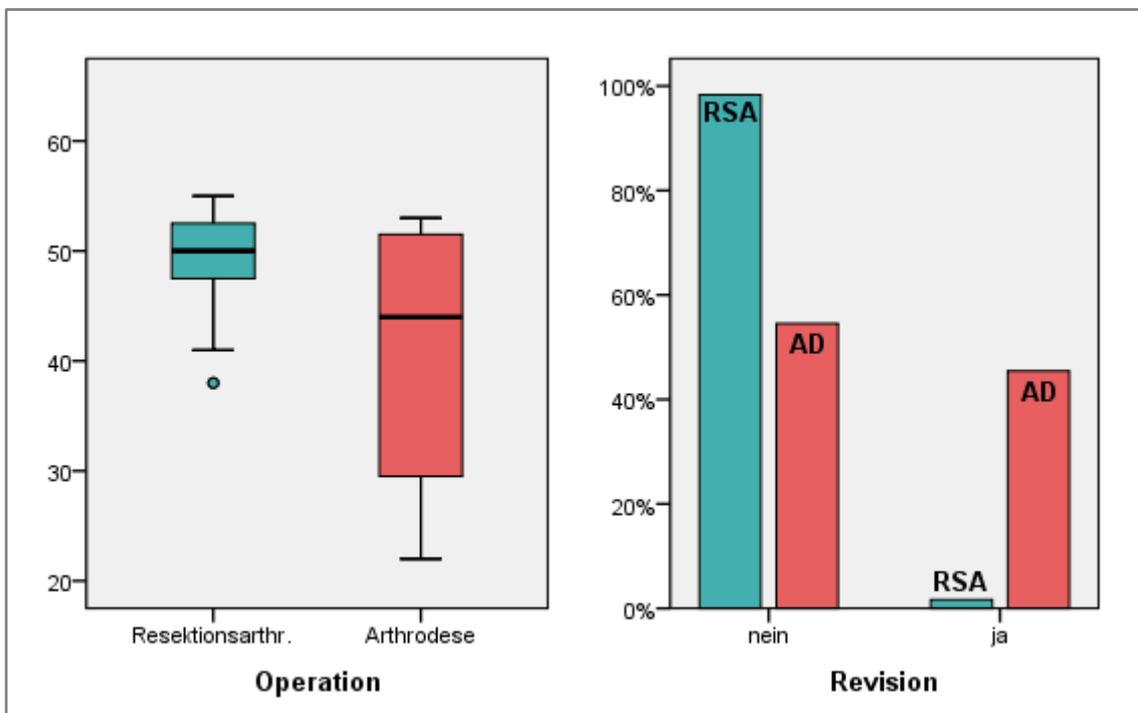


Abbildung 3.3.D. **Links:** Boxplot der operationspezifischen Altersverteilung (Merkmal *Patientenalter*, Alter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren) bei 70 Händen. **Rechts:** Merkmal *Revision* (Waren im Verlauf nach dem Primäreingriff Revisionseingriffe notwendig?). Relative Häufigkeitsverteilung beider Gruppen (70 Hände).

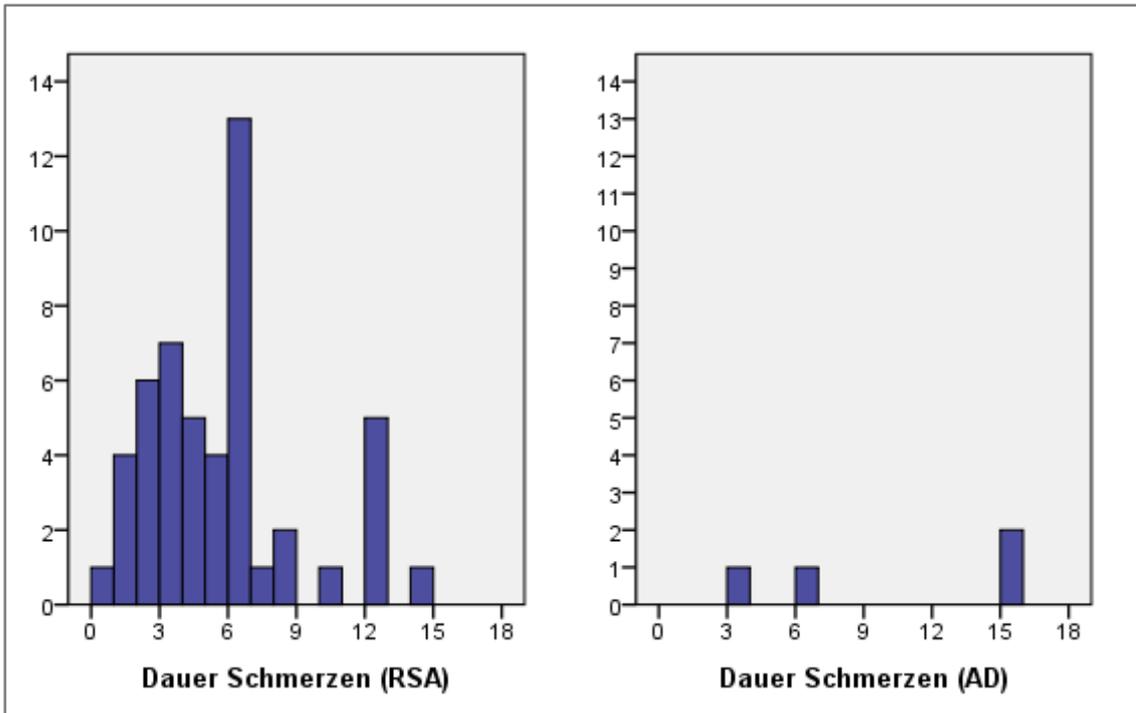


Abbildung 3.3.E. Merkmal *Dauer Schmerzen* (Dauer relevanter Schmerzen nach der Operation in Monaten). Absolute Häufigkeitsverteilung. **Links: RSA-Gruppe. Rechts: AD-Gruppe.**

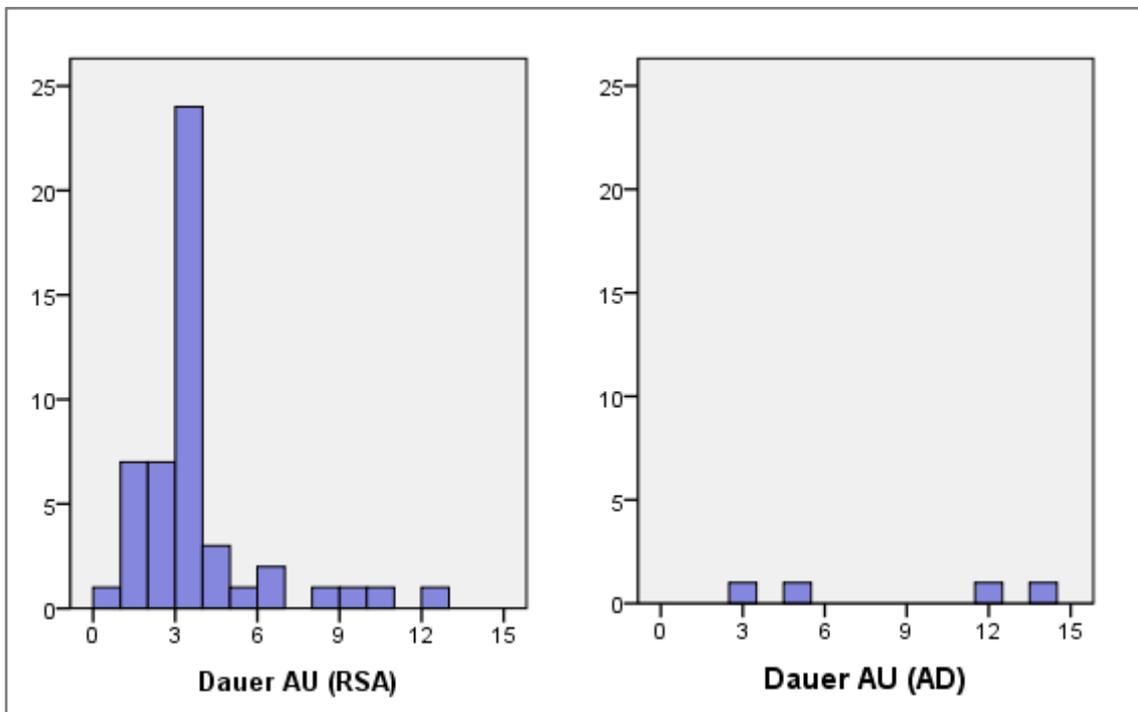


Abbildung 3.3.F. Merkmal *Dauer AU* (Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation in Monaten). Absolute Häufigkeitsverteilung. **Links: RSA-Gruppe. Rechts: AD-Gruppe.**

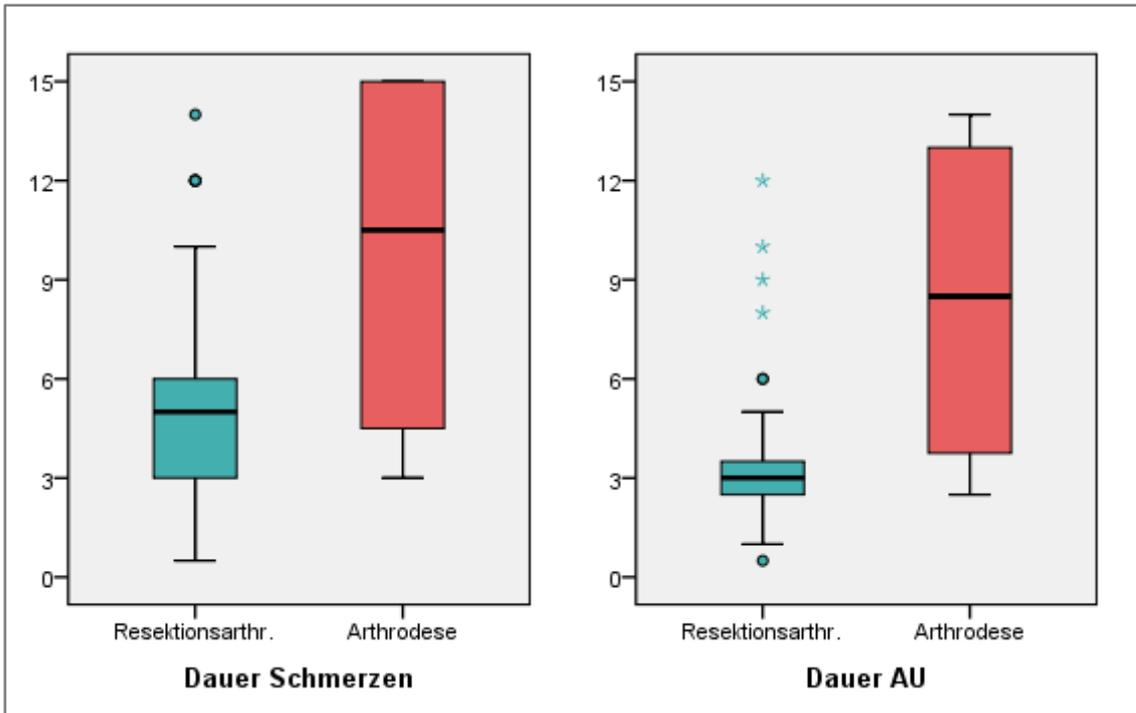


Abbildung 3.3.G. Links: Boxplot des Merkmals *Dauer Schmerzen* (Dauer relevanter Schmerzen nach der Operation in Monaten) beider Gruppen. Rechts: Boxplot des Merkmals *Dauer AU* (Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation in Monaten) beider Gruppen.

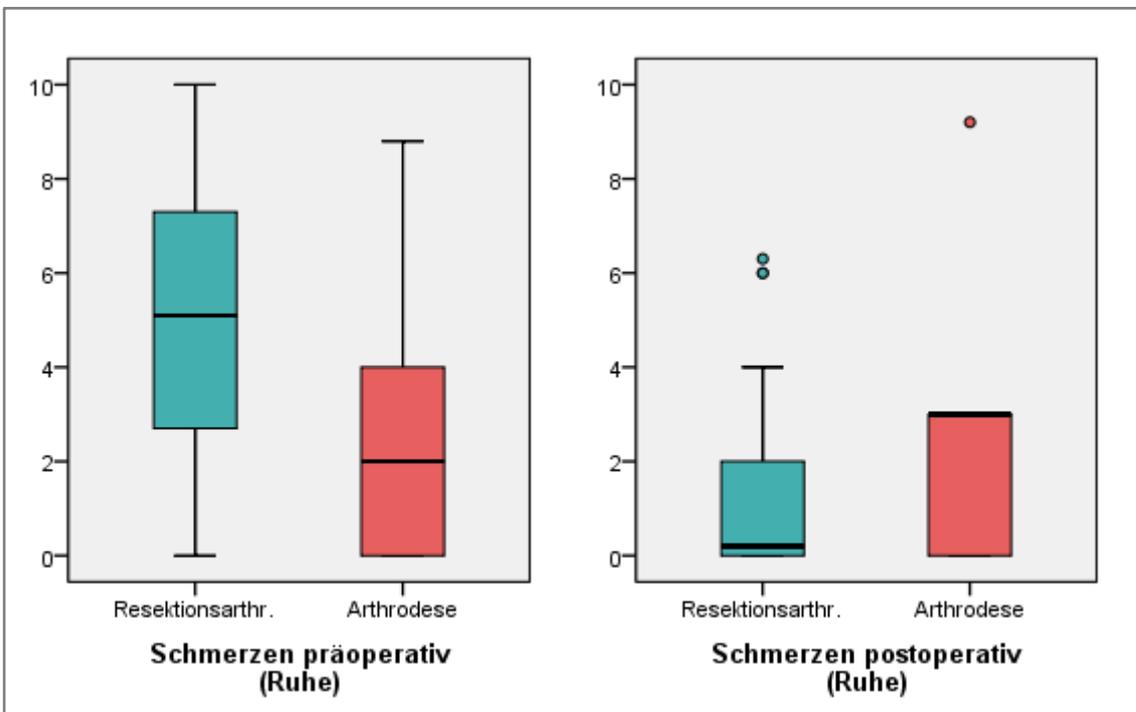


Abbildung 3.3.H. Boxplots der Schmerzniveaus (Visuelle Analogskala, Werte in Ruhe). Links: Merkmal $VAS-R_{präop}$ (Schmerzen präoperativ) beider Gruppen. Rechts: Merkmal $VAS-R_{postop}$ (Schmerzen postoperativ) beider Gruppen.

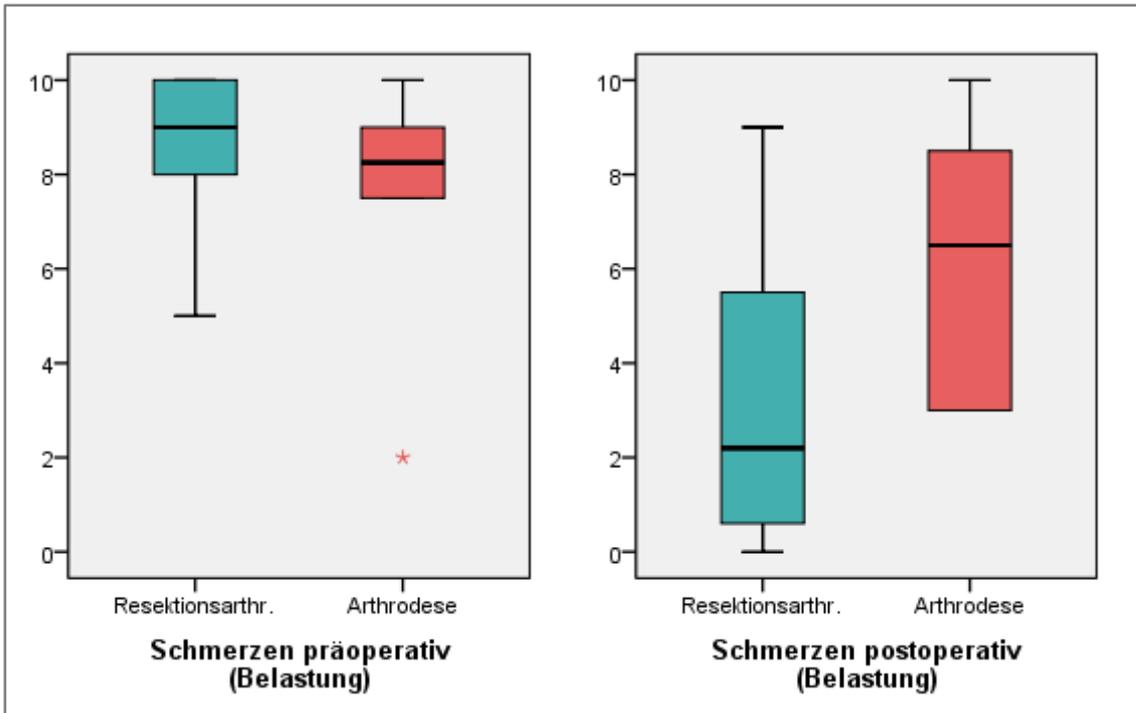


Abbildung 3.3.I. Boxplots der Schmerzniveaus (Visuelle Analogskala, Werte bei Belastung). **Links:** Merkmal $VAS-B_{präop}$ (Schmerzen präoperativ) beider Gruppen. **Rechts:** Merkmal $VAS-B_{postop}$ (Schmerzen postoperativ) beider Gruppen.

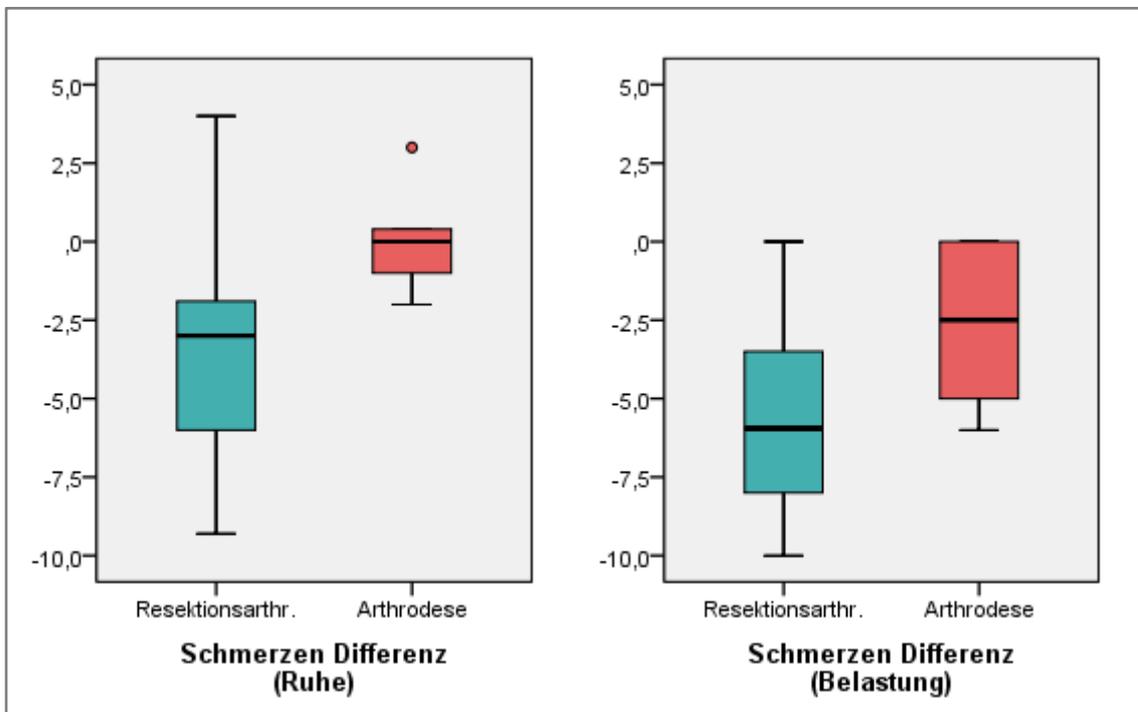


Abbildung 3.3.J. Boxplots der Schmerzniveaus (Visuelle Analogskala). Merkmal $VAS_{Differenz}$ (Differenz der Schmerzen postoperativ - präoperativ) beider Gruppen. **Links:** Messwerte in Ruhe ($VAS-R_{Differenz}$). **Rechts:** Messwerte bei Belastung ($VAS-B_{Differenz}$).

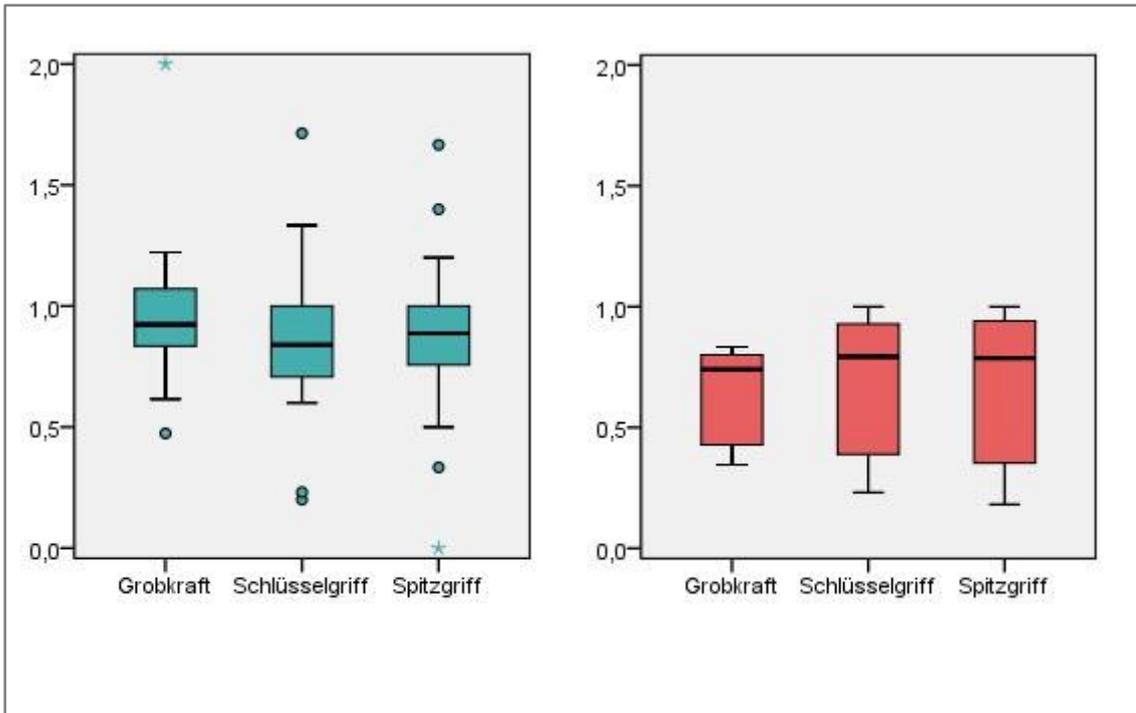


Abbildung 3.3.K. Boxplots der Quotienten *Kraft der operierten Hand/Kraft der kontralateralen Hand*. **Links:** RSA-Gruppe. **Rechts:** AD-Gruppe.

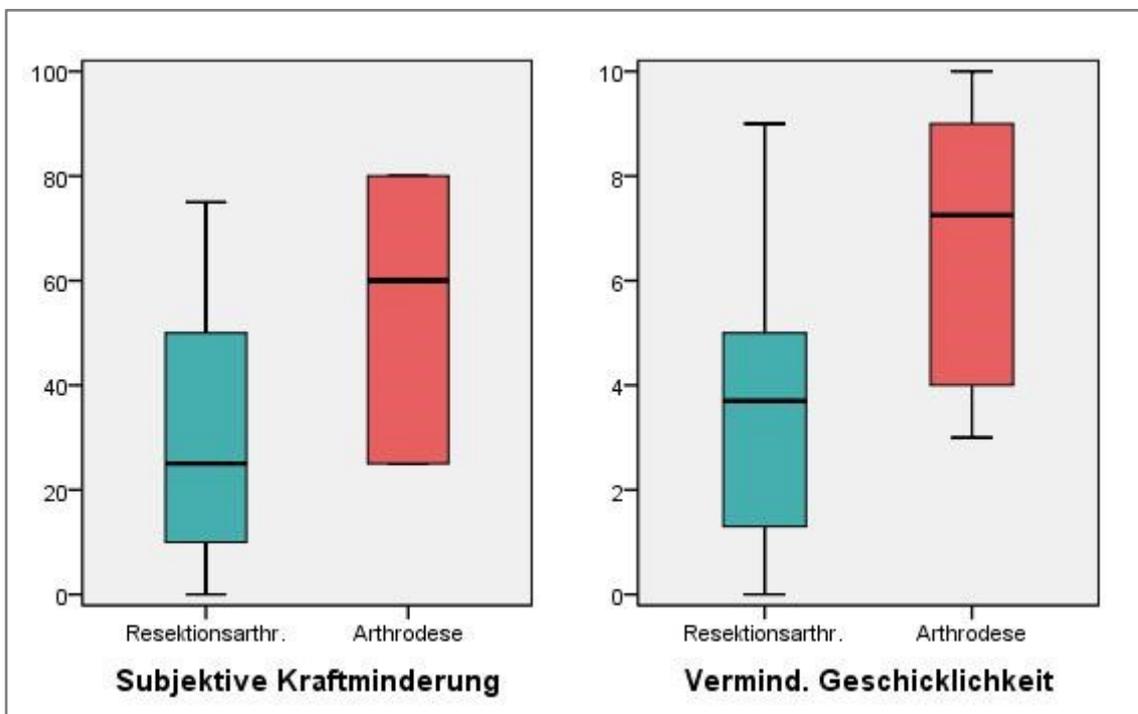


Abbildung 3.3.L. **Links:** Boxplot des Merkmals *Subjektive Kraftminderung postoperativ* beider Gruppen in Prozent. **Rechts:** Boxplot des Merkmals *Subjektive Verminderung des Geschicks postoperativ* beider Gruppen (VAS).

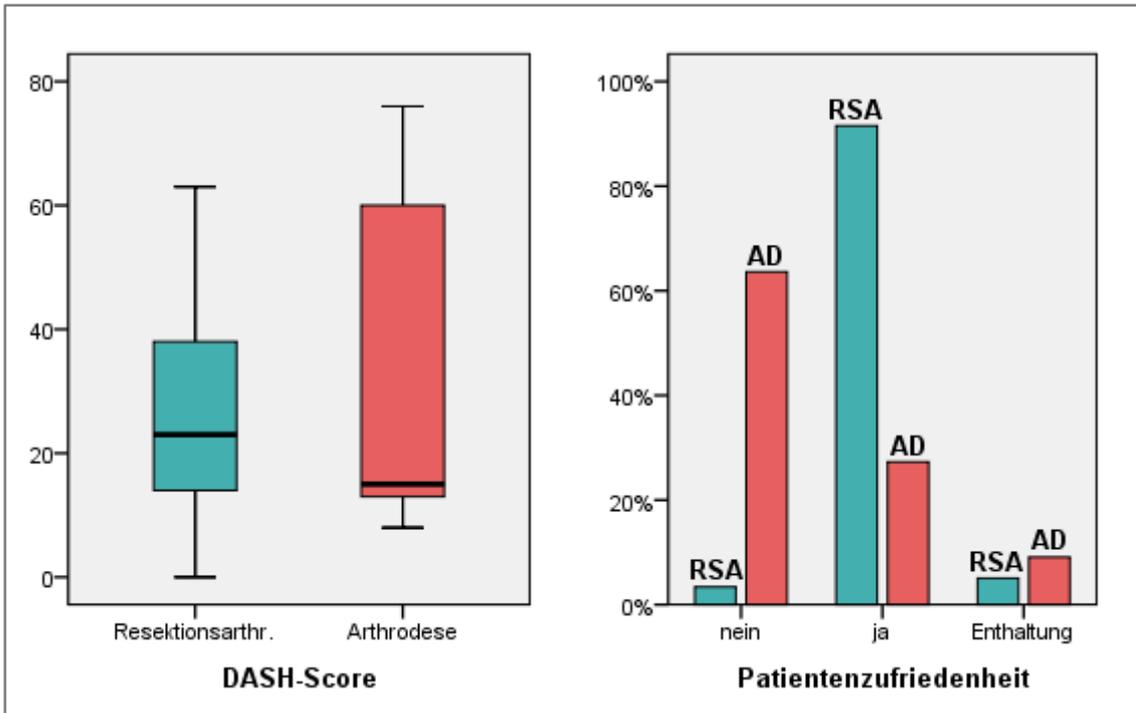


Abbildung 3.3.M. Links: Boxplot des postoperativen *DASH-Score* beider Gruppen. Rechts: Merkmal *Patientenzufriedenheit* (Würde der Patient die Operation nochmals durchführen lassen?). Relative Häufigkeitsverteilung beider Gruppen (70 Hände).

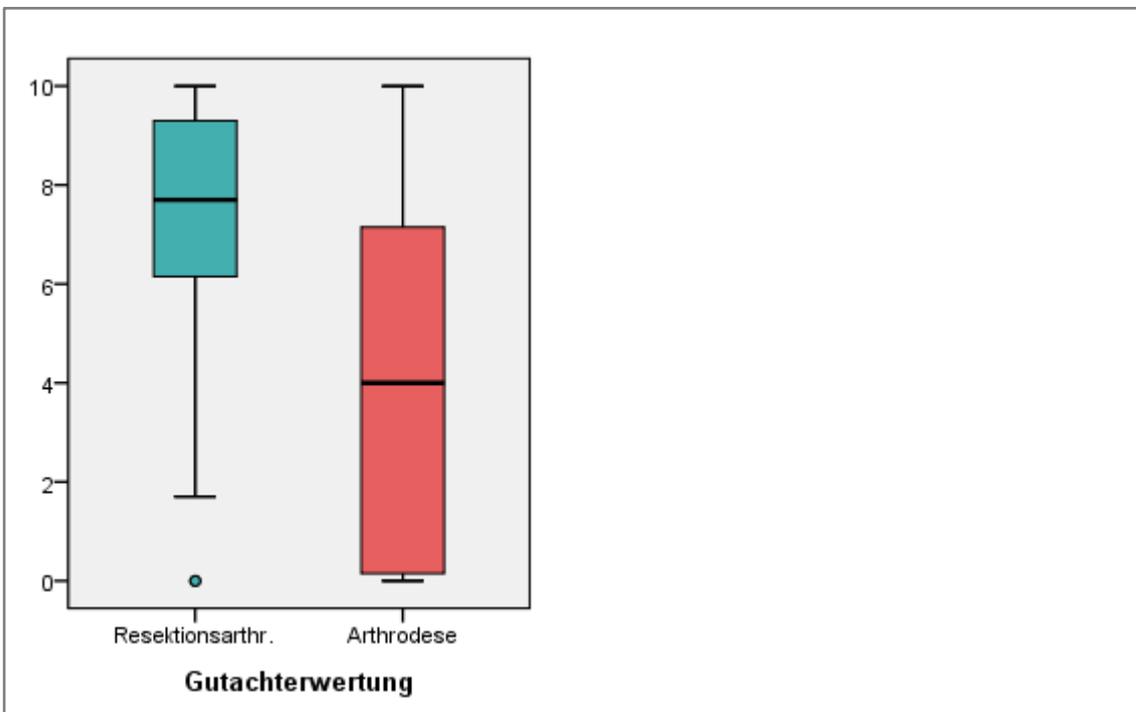


Abbildung 3.3.N. Boxplot des Merkmals *Gutachter-Wertung* (Durchschnitt der Werte der drei Gutachter) beider Gruppen (70 Hände).

4. Diskussion

Zur Diskussion der Ergebnisse der vorliegenden Studie werden im Folgenden die einzelnen Teilaspekte der Problemstellung „*Resektionsarthroplastik versus Arthrodesse des Daumensattelgelenkes bei jungen, handwerklich tätigen Patienten mit Rhizarthrose*“ beleuchtet.

1. Ist die Arthrodesse des Daumensattelgelenkes eine sinnvolle Behandlungsoption der symptomatischen Rhizarthrose bei jungen, handwerklich tätigen Patienten?

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie werfen ein schlechtes Bild auf die Arthrodesse des Sattelgelenkes.

In der Literatur wiederum zeigt sich ein heterogenes Bild hinsichtlich der Ergebnisse nach Arthrodesen des Sattelgelenkes und der Einschätzung des Stellenwerts der Arthrodesse, so dass die negativen Ergebnisse der vorliegenden Studie durch einige Publikationen gestützt werden, aber auch in deutlichem Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Publikationen stehen.

Die AD-Gruppe hat im Vergleich zur RSA-Gruppe eine statistisch signifikant höhere Revisionsrate: die Revisionsrate nach Arthrodesen beträgt 45,5 %, im Vergleich zu 1,7 % nach Resektionsarthroplastiken. Die Revisionen in der **AD-Gruppe** waren notwendig wegen Pseudarthrosen (Pseudarthrosenrate nach Arthrodesse: 18,1 %), Plattenbruch, schmerzhafter STT-Arthrose und ungünstiger Position der Arthrodesse.

In anderen Studien zeigten sich Pseudarthrosenraten nach Arthrodesen von 0,0 % bis 29,0 % [6][137][138][140][141][142][143][157][187][188][189]. Aus den Ergebnissen dieser 11 Studien, die jeweils zwischen 18 und 263 Arthrodesen nachbeobachteten, lässt sich eine durchschnittliche Pseudarthrosenrate von 12,4 % errechnen (Median 7,9 %). In der größten Studie mit 263 Fällen ergab sich eine Pseudarthrosenrate von 7,0 % [140]. Im Vergleich dazu liegt die Pseudarthrosenrate in der vorliegenden Studie (18,1 %) deutlich über dem Durchschnitt.

Die Revisionsraten nach Arthrodesen liegen in den o. g. Studien zwischen 0,0 % und 25,0 % (Mittelwert 9,7 %, Median 7,7 %). In der größten Studie [140] mit 263 Fällen ergab sich eine Revisionsrate von 3,8 % (Revision wegen Pseudarthrosen, Infektionen oder STT-Arthrosen). Werden zu diesen Revisionen noch die Sekundäreingriffe zur Metallentfernung hinzu gezählt, dann liegen die Revisionsraten in den o. g. Studien zwischen 6,7 % und 79 %. Im Vergleich dazu liegt die Revisionsrate in der vorliegenden Studie deutlich höher (45,5 %, wobei Revisionen allein zur Metallentfernung nicht durchgeführt wurden).

Was können die Ursachen für die deutlich unterschiedlichen Revisionsraten sowohl im Vergleich der einzelnen o. g. Publikationen untereinander als auch insbesondere im Vergleich zur vorliegenden Studie sein?

Bei der Arthrodesese des Daumensattelgelenkes handelt es sich im Vergleich zur Resektionsarthroplastik um ein technisch aufwändiges und schwieriges Operationsverfahren. In den meisten Kliniken wird die Arthrodesese deutlich seltener durchgeführt als die Resektionsarthroplastik. Dies könnte der Grund für eine hohe Pseudarthrosen- und Revisionsrate in der vorliegenden Studie und in einigen anderen Publikationen sein. Möglicherweise erbringt die Arthrodesese in der Hand des mit diesem Verfahren vertrauten Operateurs konstant gute Ergebnisse. Zwar wurden die Arthrodesesen im Zentrum für Handchirurgie Ravensburg und in der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale ebenfalls von erfahrenen Handchirurgen durchgeführt, möglicherweise haben Arthrodesesen des Sattelgelenkes aber eine flache Lernkurve. Für diese These spricht, dass die Studie mit den meisten Arthrodesesen [140] auch eine deutlich unterdurchschnittliche Revisionsrate hat (Metallentfernungen nicht mitgerechnet).

Eine ungenaue Bestandsaufnahme hinsichtlich einer vorbestehenden STT-Arthrose könnte der Grund für früh sekundär auftretende und behandlungsbedürftige STT-Arthrosen sein.

Die hohe Rate an Pseudarthrosen könnte mit der Wahl des Osteosynthesematerials zusammen hängen. Im Sattelgelenk treten große Kräfte auf (siehe [1.5. Pathogenese der Rhizarthrose](#)), diese Kräfte wirken in gewisser Weise auch postoperativ auf die Arthrodesese. Winkelstabile Leiterplatten, die vier multidirektionale Schrauben im

Trapezium verankern können, sind wahrscheinlich besser für die Arthrodesse des Sattelgelenkes geeignet als eine nicht-winkelstabile T-Platte wie sie in Ravensburg und in Bad Neustadt/Saale verwendet wurde. Dies spiegelt allerdings lediglich eigene Erfahrungen wider, in der Literatur finden sich keine Vergleiche von winkelstabilen Implantaten mit anderen Osteosynthesematerialien. Im Zentrum für Handchirurgie Ravensburg wurden jedoch im letzten Jahr zwei Arthrodesen des Sattelgelenkes unter Verwendung von winkelstabilen Platten und Spongiosaplastik aus dem Radius durchgeführt (diese Patienten konnten aufgrund der kurzen Nachbeobachtungszeit nicht in die Studie aufgenommen werden), die ersten Ergebnisse sind positiv, die Arthrodesen sind knöchern konsolidiert.

Für die Verwendung einer Spongiosaplastik fanden sich in der großen Studie von Rizzo et al. [140] keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Pseudarthrosenrate.

Als weiterer Punkt gegen die Arthrodesse spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant geringe Reduktion der Schmerzniveaus in Ruhe und bei Belastung im Vergleich prä- zu postoperativ** hat.

Zum Vergleich mit den Ergebnissen anderer Publikationen können im Wesentlichen vier größere Studien betrachtet werden, welche die Unterschiede zwischen Arthrodesen und Resektionsarthroplastiken beobachteten. Allerdings wurde in diesen Studien keine Patientenselektion nach Patientenalter und Beruf ähnlich wie in der vorliegenden Studie vorgeschaltet. In retrospektiven Studien untersuchten Raven et al. [157] 2007 die Ergebnisse von 35 Resektionsarthroplastiken und 28 Arthrodesen, Mureau und Rademaker [187] 2001 die Ergebnisse von 24 Resektionsarthroplastiken und 32 Arthrodesen, Hartigan et al. [188] 2001 die Ergebnisse von 68 Resektionsarthroplastiken und 73 Arthrodesen und Schröder et al. [189] 2002 die Ergebnisse von 18 Resektionsarthroplastiken und 18 Arthrodesen.

Von diesen Studien kamen zwei [157][187] ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Patienten nach Arthrodesse signifikant mehr Schmerzen hatten als die Patienten nach Resektionsarthroplastik. Zwei Studien [188][189] konnten in diesem Punkt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nachweisen.

Als weiterer Punkt gegen die Arthrodesese spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant schlechtere Grobkraft** beim Vergleich der operierten mit der kontralateralen (nicht operierten) Hand hat. Hinsichtlich der Kraft beim Spitzgriff und beim Schlüsselgriff sind die Mittelwerte und Medianwerte in der **AD-Gruppe** ebenfalls schlechter als die Werte in der **RSA-Gruppe**, diese Unterschiede sind jedoch nicht statistisch signifikant.

Unter den vier Studien die beide Operationsverfahren verglichen, fanden drei [157][187][189] keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Kraft, eine Studie [188] fand keinen Unterschied in der Grobkraft aber eine signifikant bessere Kraft beim Schlüsselgriff nach Arthrodesen.

Als weiterer Punkt gegen die Arthrodesese spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant größere subjektive Kraftminderung postoperativ** hat.

Unter den vier Studien die beide Operationsverfahren verglichen, fand eine [187] keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, drei [157] [188][189] erfassten dieses oder ein ähnliches Merkmal nicht.

Als weiterer Punkt gegen die Arthrodesese spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant größere Verminderung der subjektiven handwerklichen Geschicklichkeit postoperativ** hat.

Ein ähnlicher Gesichtspunkt wurde in den vier o. g. Studien nicht untersucht.

Als weiterer Punkt gegen die Arthrodesese spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant schlechtere Patientenzufriedenheit** hat.

Auf die Frage: „Würden Sie die Operation nochmals durchführen lassen?“ antworteten in der **RSA-Gruppe** 91,5% der Patienten mit „Ja“, in der **AD-Gruppe** nur 27,3 %.

Unter den vier Studien die beide Operationsverfahren verglichen, fanden zwei [188][189] keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, zwei [157][187] erfassten dieses oder ein ähnliches Merkmal nicht.

Als wesentlicher Punkt gegen die Arthrodeuse spricht, dass die **AD-Gruppe** im Vergleich zur **RSA-Gruppe** eine **statistisch signifikant schlechtere Gutachterwertung** hat.

In der **RSA-Gruppe** reichten die Wertungspunkte von 0 bis 10 bei einem Mittelwert von 7,3 und einem Median von 7,7. In der **AD-Gruppe** reichten die Wertungspunkte von 0 bis 10 bei einem Mittelwert von nur 4,0 und einem Median von 4,0.

Die Gutachterwertung kann als wesentliches Kriterium gelten, da diese Wertung alle sonstigen Parameter berücksichtigt.

Eine vergleichbare Beurteilung wurde in keiner der vier o. g. Studien durchgeführt.

In drei untersuchten Merkmalen konnte in der vorliegenden Studie kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen erkannt werden:

Die Dauer relevanter Schmerzen nach der Operation ist in der AD-Gruppe deutlich länger als in der RSA-Gruppe, der Mittelwert und der Median sind in der **AD-Gruppe** mit 9,8 und 10,5 Monaten jeweils annähernd doppelt so groß wie die Werte in der **RSA-Gruppe** mit 5,3 und 5,0 Monaten. Dieser in der deskriptiven Statistik deutlich erkennbare Unterschied ist allerdings im Rahmen der induktiven Statistik nicht signifikant.

Für dieses Merkmal lag in der **AD-Gruppe** nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von verwertbaren Daten vor, da Patienten bei denen eine Revisionsoperation durchgeführt wurde und Patienten die starke persistierende Beschwerden hatten (kein endlicher Wert für die Dauer der Schmerzen) bei der Berechnung nicht berücksichtigt wurden.

In den vier Studien die beide Operationsverfahren verglichen [157][187][188][189], erfolgte keine Erfassung dieses oder eines ähnlichen Merkmals.

Ähnlich wie bei der Dauer der Schmerzen stellen sich die Verhältnisse bei der **Dauer der Arbeitsunfähigkeit** nach der Operation dar. Diese **ist in der AD-Gruppe deutlich länger als in der RSA-Gruppe**. Der Mittelwert und der Median sind in der **AD-Gruppe** mit 8,4 und 8,5 Monaten jeweils mehr als doppelt so groß wie die Werte in der **RSA-Gruppe** mit 3,4 und 3,0 Monaten. Allerdings sind auch diese Unterschiede ebenfalls nicht statistisch signifikant.

Auch für dieses Merkmal lag in der **AD-Gruppe** nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von verwertbaren Daten vor (Ausschluss von Patienten bei denen eine Revisionsoperation durchgeführt wurde und Ausschluss von Patienten, die wegen persistierender Beschwerden ihre Arbeit noch nicht wieder aufnehmen konnten oder berentet wurden, somit keine endlichen Werte für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit). In den vier Studien die beide Operationsverfahren verglichen [157][187][188][189], erfolgte keine Erfassung dieses oder eines ähnlichen Merkmals.

Beim postoperativen **DASH-Score** zeigten sich in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede.

Raven et al. [157] fanden ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen, die anderen Studien [187][188][189] erfassten den DASH-Score nicht.

2. Ist die Resektionsarthroplastik des Daumensattelgelenkes eine sinnvolle Behandlungsoption der symptomatischen Rhizarthrose bei jungen, handwerklich tätigen Patienten?

Zum einen zeigt die vorliegende Studie wesentlich bessere Ergebnisse für die **Resektionsarthroplastik als für die Arthrodeese des Sattelgelenkes**. Mit Verweis auf die Ausführungen im ersten Absatz hat die **RSA-Gruppe** im Vergleich zur **AD-Gruppe** eine statistisch signifikant niedrigere Revisionsrate, eine statistisch signifikant höhere Reduktion der Schmerzniveaus in Ruhe und bei Belastung im Vergleich prä- zu postoperativ, eine statistisch signifikant bessere Grobkraft beim Vergleich der operierten mit der kontralateralen (nicht operierten) Hand, eine statistisch signifikant geringere subjektive Kraftminderung postoperativ, eine statistisch signifikant geringere Verminderung der subjektiven handwerklichen Geschicklichkeit postoperativ, eine statistisch signifikant bessere Patientenzufriedenheit und eine statistisch signifikant bessere Gutachterwertung.

Zum anderen sind einige Ergebnisse der **RSA-Gruppe** (in der junge handwerklich tätige Patienten selektiert sind) vergleichbar mit den Ergebnissen der Untergruppe

Resektionsarthroplastik des RV-Kollektivs (also der Gesamtheit aller Patienten bei denen in Ravensburg eine Resektionsarthroplastik durchgeführt wurde, 390 Hände):

Im RV-Kollektiv reicht die Dauer relevanter Schmerzen nach der Operation von 1,5 bis 14 Monaten bei einem Mittelwert von 4,5 Monaten und einem Median von 3,5 Monaten. In der **RSA-Gruppe** reicht diese Dauer von 0,25 bis 14,0 Monaten bei einem Mittelwert von 5,3 Monaten und einem Median von 5,0 Monaten. Die Werte beider Patientengruppe unterscheiden sich zwar, der Mittelwert in der **RSA-Gruppe** ist jedoch lediglich 18 % höher als der Mittelwert im RV-Kollektiv.

Im RV-Kollektiv reicht die Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation von 0,5 bis 12 Monaten bei einem Mittelwert von 3,7 Monaten und einem Median von 3,0 Monaten. In der **RSA-Gruppe** reicht diese Dauer von 0,5 bis 12,0 Monaten bei einem Mittelwert von 3,4 Monaten und einem Median von 3,0 Monaten. Die Werte beider Gruppen sind sehr ähnlich, der Mittelwert in der **RSA-Gruppe** liegt sogar unter dem des RV-Kollektivs.

Hohendorff et al. [176] beschäftigten sich mit der Frage der Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach Resektionsarthroplastiken (FCR-Plastik). Die Patienten waren durchschnittlich 8 Wochen lang zu 100 % und weitere 8 Wochen zu 50 % arbeitsunfähig. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit korrelierte dabei mit der Schwere der ausgeübten Tätigkeit. Hausfrauen waren nach durchschnittlich 3 Monaten wieder voll im Haushalt arbeitsfähig.

Somit erzielten die jungen, handwerklich arbeitenden Patienten, die in der vorliegenden Studie nachbeobachtet wurden, nach einer Resektionsarthroplastik **vergleichbare Ergebnisse wie Patienten die nicht nach einem bestimmten Alter und nach einer bestimmten beruflichen Tätigkeit selektiert wurden**, zumindest hinsichtlich der Dauer der Schmerzen und der Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation.

3. Kann eines der beiden Operationsverfahren bevorzugt empfohlen werden?

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann bei o. g. Fragestellung der Resektionsarthroplastik eindeutig der Vorzug gegenüber der Arthrodesese gegeben werden. **Nach der Datenlage in der RSA-Gruppe stellt die Resektionsarthroplastik bei jungen, handwerklich tätigen Patienten eine gute Behandlungsoption dar.** Dieses Verfahren liefert vorhersagbare Ergebnisse, die sich weitgehend mit denen nach Behandlung von „normalen“, typischen Rhizarthrose-Patienten decken.

Die Einschätzung des Stellenwertes der Arthrodesese ist deutlich schwieriger. Aufgrund der teilweise gegensätzlichen Ergebnisse und Einschätzungen anderer Publikationen muss das schlechte Abschneiden der **AD-Gruppe** relativiert werden. Somit kann nicht generell von der Durchführung von Arthrodesen des Daumensattelgelenkes abgeraten werden. Die Ergebnisse nach Arthrodesen haben jedoch eine größere Schwankungsbreite und sind wahrscheinlich in höherem Maße von technischen Details und von der Erfahrung des Operateurs abhängig.

Die Durchführung einer Arthrodesese kann eine sinnvolle Alternative für Operateure sein, die ausreichende Erfahrung mit diesem Verfahren haben. Operateuren, die keine oder wenig Erfahrung mit der Durchführung von Arthrodesen haben, kann dieses Verfahren kaum empfohlen werden, sie können mit einer Resektionsarthroplastik wahrscheinlich bessere Ergebnisse erzielen. Möglicherweise kann durch die Verwendung von winkelstabilen Implantaten in Kombination mit einer Spongiosaplastik die Rate der Pseudarthrosen reduziert werden, dies ist jedoch nicht evidenzbasiert und beruht auf eigenen Eindrücken.

4. Gibt es Alternativen zu den beiden hier untersuchten Operationsverfahren?

Neben den Möglichkeiten der konservativen Therapie [4] ist davon auszugehen, dass minimalinvasive Techniken in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen werden. Insbesondere die Arthroskopie des Daumensattelgelenkes wird sich wahrscheinlich zunehmend etablieren, wie es schon an anderen Gelenken der Fall war. Dabei sind zum einen diagnostische Maßnahmen und kleinere Eingriffe wie Synovialektomien und

Shrinking möglich [95], aber auch arthroskopische (Hemi-)Trapezektomien mit oder ohne Interposition.[96][98]

Die Versorgung mit Endoprothesen und Spacern wird ebenfalls zunehmen, wie es ebenfalls schon an anderen Gelenken der Fall war. Auch im RV-Kollektiv sind einige Patienten enthalten, die mit Prothesen oder Spacern versorgt wurden – was auch der Grund dafür ist, dass anteilig weniger Arthrodesen durchgeführt wurden. Diese Patientengruppe eignete sich innerhalb dieser Studie jedoch nicht als zusätzliche Vergleichsgruppe neben der Arthrodesen und der Resektionsarthroplastik, da mehrere unterschiedliche Implantate sowie unterschiedliche OP-Techniken und Nachbehandlungsregimes verwendet wurden, so dass diese Gruppe insgesamt zu heterogen für einen Vergleich ist.

5. Schwächen der vorliegenden Studie

Die vorliegende Studie leidet unter den Schwächen einer jeden retrospektiven Untersuchung. Es konnte keine Randomisierung durchgeführt werden. Die Datenlage ist, was die präoperativen Befunde angeht, lückenhaft. Es gab keine detaillierten Aufzeichnungen über die präoperative Schmerzsituation, die Beweglichkeit und die Kraft, so dass für diese Merkmale ein Vergleich von prä- und postoperativen Werten nur durch die Erinnerungsfähigkeit der Patienten möglich war – ein Mangel der allerdings für beide untersuchten Gruppen in ähnlicher Weise gilt.

Die **AD-Gruppe** ist trotz der großen Anzahl an Patienten im Gesamtkollektiv (1095 Patienten mit 1185 operierten Händen) relativ klein. Bei einigen Merkmalen konnten nur wenige Datensätze ausgewertet werden, was die Verwertbarkeit dieser Daten noch mehr herabsetzt.

5. Ausblick

Hochwertige prospektive randomisierte klinische Studien zum Vergleich beider Gruppen wären sinnvoll, sind jedoch aufgrund der geringen Fallzahl schwer zu realisieren. Zudem stellt sich die Frage, ob in Zukunft noch ein Vergleich „Arthrodesen versus Resektionsarthroplastik“ sinnvoll ist. Wahrscheinlich ist ein Vergleich „Prothesen und

Spacer versus Resektionsarthroplastik“ sinnvoller. Bei einer solchen Studie können die Daten der [RSA-Gruppe](#) gegebenenfalls als Vergleich dienen.

4. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie zeigten sich wesentlich bessere Ergebnisse für die Resektionsarthroplastik als für die Arthrodesese des Sattelgelenkes bei der Behandlung von jungen, handwerklich tätigen Patienten mit Rhizarthrose.

Deshalb kann bei diesen Patienten der Resektionsarthroplastik eindeutig der Vorzug gegenüber der Arthrodesese gegeben werden. Die Resektionsarthroplastik stellt eine gute Behandlungsoption dar und liefert vorhersagbare Ergebnisse, die sich weitgehend mit denen nach Behandlung von „normalen“, typischen Rhizarthrose-Patienten decken.

Die Einschätzung des Stellenwertes der Arthrodesese ist deutlich schwieriger. Aufgrund der teilweise gegensätzlichen Ergebnisse und Einschätzungen anderer Publikationen müssen die relativ schlechten Ergebnisse der vorliegenden Studie relativiert werden. Somit kann nicht generell von der Durchführung von Arthrodesesen des Daumensattelgelenkes abgeraten werden. Die Ergebnisse nach Arthrodesesen haben jedoch eine größere Schwankungsbreite und sind wahrscheinlich in höherem Maße von technischen Details und von der Erfahrung des Operateurs abhängig.

Die Durchführung einer Arthrodesese kann eine sinnvolle Alternative für Operateure sein, die ausreichende Erfahrung mit diesem Verfahren haben. Operateuren, die keine oder wenig Erfahrung mit der Durchführung von Arthrodesesen haben, kann dieses Verfahren kaum empfohlen werden, sie können mit einer Resektionsarthroplastik wahrscheinlich bessere Ergebnisse erzielen.

5. Anhang

Name:

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Händigkeit:

Beruf:

Tätigkeitsbeschreibung:

Genese der Arthrose:

OP-Datum:

OP-Seite:

OP beidseits?

Untersuchung am:

Wie lange bestand postop AU?

Wie lange bestanden postop relevante Beschwerden?

Der Patient hat nun% weniger Kraft als präop.

Der Patient kann jetzt handwerkliche Tätigkeiten schlechter ausführen als zuvor?
(0 = gleich gut, 10 = viel schlechter)

Abbildung 6.A. Auswertungsbogen für die klinische Untersuchung und Anamnese der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 1 von 3.

Schmerzhäufigkeit präop (VAS, Bestimmung mit dem VAS-Messschieber):

Schmerzen präop in Ruhe (VAS):

Schmerzen präop bei Belastung (VAS):

Schmerzhäufigkeit postop (VAS):

Schmerzen postop in Ruhe (VAS):

Schmerzen postop bei Belastung (VAS):

Schmerzen präop (Verbale Skala: 1=schmerzfrei, 2=ausschließlich Belastungsschmerz, 3=noch erträglich (Ruhe und Belastungsschmerz, 4= stark, unerträglicher Schmerz):

Schmerzen postop (Verbale Skala: 1=schmerzfrei, 2=ausschließlich Belastungsschmerz, 3=noch erträglich (Ruhe und Belastungsschmerz, 4= stark, unerträglicher Schmerz):

Gebrauchsfähigkeit aktuell der operierten Seite (1=starke Einschränkungen bereits im Alltag, 2= erhebliche Einschränkungen, 3=eingeschränkt nur bei speziellen Tätigkeiten, 4=normal, keine Einschränkung):

Narbenbeschwerden aktuell?

Falls ja, welche?

Würde der Pat die OP nochmals durchführen lassen?

Begründung?

Abbildung 6.B. Auswertungsbogen für die klinische Untersuchung und Anamnese der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 2 von 3.

Beweglichkeit Handgelenk beidseits E/F.	
Rechts:	Links:
Daumengrundgelenk beidseits stabil, Hyperextension?	
Rechts:	Links:
Beweglichkeit Daumen beidseits Kapandji:	
Rechts:	Links:
Grobkraft (Jamar Stufe 3, jeweils 3 Messungen beidseits):	
Rechts:	Links:
Schlüsselgriff (jeweils 3 Messungen beidseits):	
Rechts:	Links:
Spitzgriff (jeweils 3 Messungen beidseits):	
Rechts:	Links:
Klinische Schmerzsymptomatik:	
Klinische Auffälligkeiten:	
Sensibilität der operierten Hand:	
Bemerkungen:	
DASH-Bogen ausfüllen lassen!	

Abbildung 6.C. Auswertungsbogen für die klinische Untersuchung und Anamnese der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 3 von 3.

Name, Vorname: *Vom Arzt auszufüllen*

Geburtsdatum: *Vom Arzt auszufüllen*

OP-Datum: *Vom Arzt auszufüllen*

Operierte Hand: *Vom Arzt auszufüllen*

Ausgefüllt am (Datum):

1. Sind Sie **rechts- oder linkshändig**?
2. **Beruf**: Welchen Beruf üben sie zur Zeit aus? Haben Sie diesen Beruf auch zum Zeitpunkt der Operation ausgeübt?
3. **Tätigkeitsbeschreibung**: Welche Tätigkeiten müssen Sie in ihrem Beruf ausführen, die die Hände belasten? Z.B. Arbeiten mit dem Hammer, Tragen von schweren Kisten, viele kleinere Teile hantieren etc...
4. Hatten Sie vor der Operation irgendwann einmal eine größere **Verletzung** des betroffenen Daumens oder des Handgelenks?
5. Wie lange waren Sie nach der Operation **krank geschrieben**?

.....**Wochen** oder**Monate**
(bitte entweder Monate oder Wochen angeben)

Abbildung 6.D. Fragebogen für die postalische Befragung der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 1 von 4.

6. Wie lange hatten Sie nach der Operation so starke **Beschwerden**, dass Sie die operierte Hand nicht richtig einsetzen konnten? War dies so lange wie Sie krank geschrieben waren, oder etwas länger/kürzer?

.....**Wochen** oder**Monate**
(bitte entweder Monate oder Wochen angeben)

7. Haben Sie jetzt **weniger Kraft** in der operierten Hand als vor der Operation? Bitte versuchen Sie zu vergleichen, wie viel Kraft Sie früher in der Hand hatten (früher, als sie noch gar keine Schmerzen in der Hand wegen Arthrose hatten) und wie viel Kraft Sie heute haben.

Ich habe jetzt % weniger oder
ein Viertel / die Hälfte / drei Viertel weniger Kraft als vor der Operation
(bitte tragen Sie entweder eine Prozentangabe ein oder unterstreichen Sie in der zweiten Zeile)

8. Können Sie jetzt mit der operierten Hand **handwerkliche oder belastende Tätigkeiten** schlechter ausführen als vor der Operation? Bitte versuchen Sie wieder zu vergleichen, wie Sie solche Tätigkeiten früher durchführen konnten (früher, als sie noch gar keine Schmerzen in der Hand wegen Arthrose hatten) und wie Sie solche Tätigkeiten heute durchführen können.

Bitte markieren Sie mit einem Strich auf der Linie, wie gut Sie diese Tätigkeiten heute durchführen können (Strich ganz links bedeutet gleich gut, Strich ganz rechts bedeutet viel schlechter, Strich in der Mitte bedeutet zur Hälfte schlechter etc...)

Gleich gut [_____] viel schlechter

9. Wie waren die **Schmerzen** in der betroffenen Hand kurz **vor der Operation**? Markieren Sie bitte wieder mit Strichen auf den Linien.

Nie [_____] ständig, immer
Wie häufig hatten Sie Schmerzen?

Abbildung 6.E. Fragebogen für die postalische Befragung der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 2 von 4.

Kein [_____] Stärkste
Schmerz Wie stark waren die Schmerzen in Ruhe, wenn Sie mit Schmerzen
der betroffenen Hand nichts gearbeitet haben, z.B.
abends oder nachts?

Kein [_____] Stärkste
Schmerz Wie stark waren die Schmerzen bei Belastung, Schmerzen
wenn Sie mit der Hand beruflich oder privat viel ge-
arbeitet haben?

Bitte unterstreichen Sie: Wie waren die Schmerzen vor der Operation?

1= Keine Schmerzen, schmerzfrei

2= Ausschließlich Belastungsschmerzen

3= Noch erträglich Schmerzen (Ruhe- und Belastungsschmerzen)

4= Starke, unerträgliche Schmerzen

10. Wie sind die **Schmerzen** in der betroffenen Hand nach der Operation, **in den letzten Wochen?**

Markieren Sie bitte wieder mit Strichen auf den Linien

Nie [_____] ständig, immer
Wie häufig hatten/haben Sie Schmerzen?

Kein [_____] Stärkste
Schmerz Wie stark waren/sind die Schmerzen in Ruhe, wenn Sie Schmerzen
mit der betroffenen Hand nichts gearbeitet haben, z.B.
abends oder nachts?

Kein [_____] Stärkste
Schmerz Wie stark waren/sind die Schmerzen in Ruhe bei Schmerzen
Belastung, wenn Sie mit der Hand beruflich oder
privat viel gearbeitet haben?

Bitte unterstreichen Sie: Wie sind die Schmerzen in letzter Zeit/jetzt?

1= Keine Schmerzen, schmerzfrei

2= Ausschließlich Belastungsschmerzen

3= Noch erträglich Schmerzen (Ruhe- und Belastungsschmerzen)

4= Starke, unerträgliche Schmerzen

Abbildung 6.F. Fragebogen für die postalische Befragung der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 3 von 4.

11. Wie gut können Sie in letzter Zeit/jetzt die **operierte Hand einsetzen**?

1= Ich habe starke Einschränkungen bereits im Alltag

2= Ich habe erhebliche Einschränkungen

3= Ich bin nur bei speziellen Tätigkeiten eingeschränkt

4= Normal, ich habe keine Einschränkungen

12. Haben sie jetzt noch **Narbenbeschwerden** (Ja/Nein)?

Wenn ja, welche (Überempfindlichkeit, Elektrisieren, Brennen etc...)

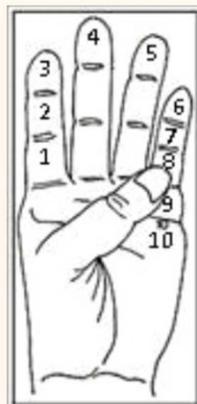
13. Mit dem was Sie heute wissen (Heilverlauf, Schmerzen, Einschränkungen etc...):

Würden Sie die Operation nochmals durchführen lassen? (Ja/Nein)

Warum?

14. **Wie gut sind ihre beiden Daumen beweglich?** Bitte geben Sie für jede Seite eine Zahl zwischen 1 und 10 an, entsprechend der Abbildung:

1 bedeutet, dass Sie mit der Daumenkuppe nur bis zur Basis des Zeigefingers greifen können, ... 5 bedeutet, dass Sie mit der Daumenkuppe die Ringfingerkuppe erreichen können (Sie dürfen mit dem Ringfinger entgegen kommen), ... 10 bedeutet dass Sie mit dem Daumen-Fingernagel bis ganz nach unten zur Falte in der Handfläche kommen unter dem Kleinfinger kommen, usw.



Rechts.....

Links.....

Vielen Dank!

Abbildung 6.G. Fragebogen für die postalische Befragung der Patienten des Zentrums für Handchirurgie Ravensburg. Seite 4 von 4.

6. Literaturverzeichnis

- [1] U. Lanz and H.-M. Schmidt, *Chirurgische Anatomie der Hand.*, 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, 2003, p. 1; 106–109.
- [2] J. Forestier, “L’ostéoarthrite sèche trapézométacarpienne (rhizarthrose du pouce).,” *Press. Med*, vol. 45, pp. 315–7, 1937.
- [3] F. V Wilder, J. P. Barrett, and E. J. Farina, “Joint-specific prevalence of osteoarthritis of the hand.,” *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 14, no. 9, pp. 953–7, Sep. 2006.
- [4] W. Zhang, M. Doherty, B. F. Leeb, L. Alekseeva, N. K. Arden, J. W. Bijlsma, F. Dincer, K. Dziedzic, H. J. Häuselmann, G. Herrero-Beaumont, P. Kaklamanis, S. Lohmander, E. Maheu, E. Martín-Mola, K. Pavelka, L. Punzi, S. Reiter, J. Sautner, J. Smolen, G. Verbruggen, and I. Zimmermann-Górska, “EULAR evidence based recommendations for the management of hand osteoarthritis: report of a Task Force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCSIT).,” *Ann Rheum Dis*, vol. 66, no. 3, pp. 377–88, Mar. 2007.
- [5] S. C. Haase and K. C. Chung, “An evidence-based approach to treating thumb carpometacarpal joint arthritis.,” *Plast Reconstr Surg*, vol. 127, no. 2, pp. 918–25, Feb. 2011.
- [6] R. E. Carroll and N. A. Hill, “Arthrodesis of the carpo-metacarpal joint of the thumb.,” *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 55, no. 2, pp. 292–4, May 1973.
- [7] IFSSH, “Terminology for Hand Surgery.pdf,” in *Terminology for Hand Surgery*, 2001.
- [8] K. Kuczynski, “The Thumb and the Saddle,” *Hand*, vol. 7, no. 2, pp. 120–122, Jun. 1975.
- [9] K. Kuczynski, “Carpometacarpal joint of the human thumb.,” *J Anat*, vol. 118, no. Pt 1, pp. 119–26, Sep. 1974.
- [10] B. Y. J. R. Napier, “The Form and Function of the Carpo-metacarpal Joint of the Thumb,” *J Anat*, vol. 89, pp. 362–369, 1955.
- [11] E. A. Zancolli, C. Ziadenberg, and E. Zancolli, “Biomechanics of the trapeziometacarpal joint.,” *Clin Orthop Relat Res*, no. 220, pp. 14–26, Jul. 1987.

- [12] J. O. Edmunds, "Current concepts of the anatomy of the thumb trapeziometacarpal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 1, pp. 170–82, Jan. 2011.
- [13] R. G. Eaton and J. W. Littler, "A study of the basal joint of the thumb. Treatment of its disabilities by fusion.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 51A, pp. 661–8, 1969.
- [14] G. A. Ateshian, M. P. Rosenwasser, and V. C. Mow, "Curvature characteristics and congruence of the thumb carpometacarpal joint: differences between female and male joints.," *J Biomech*, vol. 25, no. 6, pp. 591–607, 1992.
- [15] E. R. North and W. M. Rutledge, "The trapezium-thumb metacarpal joint: the relationship of joint shape and degenerative joint disease.," *Hand*, vol. 15, no. 2, pp. 201–6, Jun. 1983.
- [16] L. Xu, R. J. Strauch, G. a Ateshian, R. J. Pawluk, V. C. Mow, and M. P. Rosenwasser, "Topography of the osteoarthritic thumb carpometacarpal joint and its variations with regard to gender, age, site, and osteoarthritic stage.," *J Hand Surg Am*, vol. 23, no. 3, pp. 454–64, May 1998.
- [17] M. W. Marzke, M. W. Tocheri, B. Steinberg, J. D. Femiani, S. P. Reece, R. L. Linscheid, C. M. Orr, and R. F. Marzke, "Comparative 3D quantitative analyses of trapeziometacarpal joint surface curvatures among living catarrhines and fossil hominins.," *Am J Phys Anthr.*, vol. 141, no. 1, pp. 38–51, Jan. 2010.
- [18] T. Imaeda, G. Niebur, W. P. Cooney, R. L. Linscheid, and K. N. An, "Kinematics of the normal trapeziometacarpal joint.," *J Orthop Res*, vol. 12, no. 2, pp. 197–204, Mar. 1994.
- [19] T. Miura, T. Ohe, and T. Masuko, "Comparative in vivo kinematic analysis of normal and osteoarthritic trapeziometacarpal joints.," *J Hand Surg Am*, vol. 29, no. 2, pp. 252–7, Mar. 2004.
- [20] W. P. Cooney and E. Y. S. Chao, "Biomechanical analysis of static forces in the thumb during hand function.," *J Bone Jt. Surg*, vol. 59A, no. 1, pp. 27–36, 1977.
- [21] J. M. Kauer, "Functional anatomy of the carpometacarpal joint of the thumb.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 220, pp. 7–13, Jul. 1987.
- [22] R. W. Haines, "The mechanism of rotation at the first carpo-metacarpal joint.," *J Anat*, vol. 78, no. Pt 1–2, pp. 44–6, Jan. 1944.
- [23] T. von Lanz and W. Wachsmuth, *Praktische Anatomie: Ein Lehr- und Hilfsbuch der anatomischen Grundlagen ärztlichen Handelns*. Berlin: Springer-Verlag, 1959, p. 261.

- [24] M. Spinner, Ed., *Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand*, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1965, pp. 121–124.
- [25] J. de la Caffinière, "L'articulation trapézo-métacarpienne, approche biomécanique et appareil ligamentaire.," *Arch Anat Pathol*, vol. 18, pp. 277–84, 1970.
- [26] T. Pagalidis, K. Kuczynski, and D. W. Lamb, "Ligamentous stability of the base of the thumb.," *Hand*, vol. 13, no. 1, pp. 29–36, Feb. 1981.
- [27] V. D. Pellegrini, "Osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: The pathophysiology of articular cartilage degeneration. I. Anatomy and pathology of the aging joint," *J Hand Surg Am*, vol. 16, no. 6, pp. 967–974, Nov. 1991.
- [28] T. Imaeda, K.-N. An, W. Cooney, and R. Linscheid, "Anatomy of trapeziometacarpal ligaments," *J Hand Surg*, vol. 18A, pp. 226–231, 1993.
- [29] P. C. Bettinger, R. L. Linscheid, R. a. Berger, W. P. Cooney, and K.-N. An, "An anatomic study of the stabilizing ligaments of the trapezium and trapeziometacarpal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 24, no. 4, pp. 786–98, Jan. 1999.
- [30] P. C. Bettinger, W. P. Smutz, R. L. Linscheid, W. P. Cooney, and K. N. An, "Material properties of the trapezial and trapeziometacarpal ligaments.," *J Hand Surg Am*, vol. 25, no. 6, pp. 1085–95, Nov. 2000.
- [31] M. Nanno, W. L. Buford, R. M. Patterson, C. R. Andersen, and S. F. Viegas, "Three-dimensional analysis of the ligamentous attachments of the first carpometacarpal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 7, pp. 1160–70, Sep. 2006.
- [32] J. Tan, J. Xu, R. G. Xie, A. D. Deng, and J. B. Tang, "In vivo length and changes of ligaments stabilizing the thumb carpometacarpal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 3, pp. 420–7, Mar. 2011.
- [33] R. J. Strauch, M. J. Behrman, and M. P. Rosenwasser, "Acute dislocation of the carpometacarpal joint of the thumb: an anatomic and cadaver study.," *J Hand Surg Am*, vol. 19, no. 1, pp. 93–8, Jan. 1994.
- [34] B. Van Brenk, R. R. Richards, M. B. Mackay, and E. L. Boynton, "A Biomechanical Assessment of Ligaments Preventing Dorsoradial Subluxation of the Trapeziometacarpal Joint," *J Hand Surg Am*, no. 1ml, pp. 607–611, 1998.
- [35] M. Colman, D. P. Mass, and L. F. Draganich, "Effects of the deep anterior oblique and dorsoradial ligaments on trapeziometacarpal joint stability.," *J Hand Surg Am*, vol. 32, no. 3, pp. 310–7, Mar. 2007.

- [36] E. Hagert, J. Lee, and A. L. Ladd, "Innervation patterns of thumb trapeziometacarpal joint ligaments.," *J Hand Surg Am*, vol. 37, no. 4, pp. 706–14, Apr. 2012.
- [37] V. D. Pellegrini, "THE ABJS 2005 NICOLAS ANDRY AWARD: Osteoarthritis and Injury at the Base of the Human Thumb," *Clin Orthop Relat Res*, vol. &NA;, no. 438, pp. 266–276, Sep. 2005.
- [38] R. Meier, S. Frey, W. Kenn, S. Schmitt, and R. Meffert, "Prävalenz der Rhizarthrose," *Obere Extrem*, vol. 6, no. 2, pp. 115–117, Apr. 2011.
- [39] S. Sodha, D. Ring, D. Zurakowski, and J. B. Jupiter, "Prevalence of osteoarthrosis of the trapeziometacarpal joint.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 87, no. 12, pp. 2614–8, Dec. 2005.
- [40] H. Bade, J. Koebke, and M. M. Baumann, "Kombiniert auftretende Arthrosen der radialen Handwurzel.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 26, pp. 15–21, 1994.
- [41] G. D. Brown, M. S. Roh, R. J. Strauch, M. P. Rosenwasser, G. A. Ateshian, and V. C. Mow, "Radiography and visual pathology of the osteoarthritic scaphotrapezio-trapezoidal joint, and its relationship to trapeziometacarpal osteoarthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 28, no. 5, pp. 739–43, Sep. 2003.
- [42] S. Schneider, G. Schmitt, H. Mau, H. Schmitt, D. Sabo, and W. Richter, "Prävalenz und Korrelate der Osteoarthrose in der BRD. Repräsentative Ergebnisse des ersten Bundesgesundheitsurvey," *Orthopade*, vol. 34, no. 8, pp. 782–90, Aug. 2005.
- [43] L. Fontana, S. Neel, J.-M. Claise, S. Ughetto, and P. Catilina, "Osteoarthritis of the thumb carpometacarpal joint in women and occupational risk factors: a case-control study.," *J Hand Surg Am*, vol. 32, no. 4, pp. 459–65, Apr. 2007.
- [44] G. Elsner, A. Nienhaus, and W. Beck, "Arthrosen der Fingergelenke und der Daumensattelgelenke und arbeitbedingte Faktoren.," *Das Gesundheitswes.*, vol. 57, no. 12, pp. 786–91, Dec. 1995.
- [45] J. S. Lawrence, "Rheumatism in Cotton Operatives," *BMJ*, vol. 18, pp. 270–276, Oct. 1961.
- [46] M. M. Haara, M. Heliövaara, H. Kröger, J. P. A. Arokoski, P. Manninen, A. Kärkkäinen, P. Knekt, O. Impivaara, and A. Armonaa, "Osteoarthritis in the carpometacarpal joint of the thumb.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 86A, no. 7, pp. 1452–7, 2004.

- [47] N. E. Lane, D. A. Bloch, H. H. Jones, U. Simpson, and J. F. Fries, "Osteoarthritis in the hand: a comparison of handedness and hand use.," *J Rheumatol*, vol. 16, no. 5, pp. 637–42, May 1989.
- [48] R. Hirsch, M. Lethbridge-Cejku, R. Hanson, W. W. Scott, R. Reichle, C. C. Plato, J. D. Tobin, and M. C. Hochberg, "Familial aggregation of osteoarthritis: data from the Baltimore Longitudinal Study on Aging.," *Arthritis Rheum*, vol. 41, no. 7, pp. 1227–32, Jul. 1998.
- [49] H. Jonsson, I. Manolescu, S. E. Stefansson, T. Ingvarsson, H. H. Jonsson, A. Manolescu, J. Gulcher, and K. Stefansson, "The inheritance of hand osteoarthritis in Iceland.," *Arthritis Rheum.*, vol. 48, no. 2, pp. 391–5, Feb. 2003.
- [50] T. D. Spector, F. Cicuttini, J. Baker, J. Loughlin, and D. Hart, "Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study.," *BMJ*, vol. 312, no. 7036, pp. 940–3, Apr. 1996.
- [51] M. L. Ishimori, R. D. Altman, M. J. Cohen, J. Cui, X. Guo, J. I. Rotter, and M. H. Weisman, "Heritability patterns in hand osteoarthritis: the role of osteophytes.," *Arthritis Res Ther*, vol. 12, no. 5, p. R180, Jan. 2010.
- [52] S. A. Oliveria, D. T. Felson, P. A. Cirillo, J. I. Reed, and A. M. Walker, "Body Weight, Body Mass Index, and Incident Symptomatic Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee," *Epidemiology*, vol. 10, pp. 161–166, 1999.
- [53] J. a Roman-Blas, S. Castañeda, R. Largo, and G. Herrero-Beaumont, "Osteoarthritis associated with estrogen deficiency.," *Arthritis Res Ther*, vol. 11, no. 5, p. 241, Jan. 2009.
- [54] T. D. Spector, D. J. Hart, P. Brown, J. Almeyda, J. E. Dacre, D. V Doyle, and A. J. Silman, "Frequency of osteoarthritis in hysterectomized women.," *J Rheumatol*, vol. 18, no. 12, pp. 1877–83, Dec. 1991.
- [55] C. Y. J. Wenham and P. G. Conaghan, "The role of synovitis in osteoarthritis.," *Ther Adv Musculoskelet Dis*, vol. 2, no. 6, pp. 349–59, Dec. 2010.
- [56] D. J. Hunter, J. J. McDougall, and F. J. Keefe, "The symptoms of osteoarthritis and the genesis of pain.," *Rheum Dis Clin North Am*, vol. 34, no. 3, pp. 623–43, Aug. 2008.
- [57] R. G. Eaton, L. B. Lane, J. W. Littler, and J. J. Keyser, "Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint: a long-term assessment.," *J Hand Surg Am*, vol. 9, no. 5, pp. 692–99, Sep. 1984.

- [58] V. D. Pellegrini, "Osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: The pathophysiology of articular cartilage degeneration. II. Articular wear patterns in the osteoarthritic joint," *J Hand Surg Am*, vol. 16, no. 6, pp. 975–982, Nov. 1991.
- [59] V. D. Pellegrini, R. L. Smith, and C. W. Ku, "Pathobiology of articular cartilage in trapeziometacarpal osteoarthritis. I. Regional biochemical analysis.," *J Hand Surg Am*, vol. 19, no. 1, pp. 70–8, Jan. 1994.
- [60] V. D. Pellegrini, R. L. Smith, and C. W. Ku, "Pathobiology of articular cartilage in trapeziometacarpal osteoarthritis. II. Surface ultrastructure by scanning electron microscopy.," *J Hand Surg Am*, vol. 19, no. 1, pp. 79–85, Jan. 1994.
- [61] S. H. Doerschuk, D. G. Hicks, V. M. Chinchilli, and V. D. Pellegrini, "Histopathology of the palmar beak ligament in trapeziometacarpal osteoarthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 24, no. 3, pp. 496–504, May 1999.
- [62] M. W. Marzke, M. W. Tocheri, R. F. Marzke, and J. D. Femiani, "Three-dimensional quantitative comparative analysis of trapezium-metacarpal joint surface curvatures in human populations.," *J Hand Surg Am*, vol. 37, no. 1, pp. 72–6, Jan. 2012.
- [63] A. T. Lee, A. Williams, J. Lee, R. Cheng, D. P. Lindsey, and A. L. Ladd, "Trapezium trabecular morphology in carpometacarpal arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 38, no. 2, pp. 309–15, Feb. 2013.
- [64] G. A. Ateshian, J. W. Ark, M. P. Rosenwasser, R. J. Pawluk, L. J. Soslowsky, and V. C. Mow, "Contact areas in the thumb carpometacarpal joint.," *J Orthop Res*, vol. 13, no. 3, pp. 450–8, May 1995.
- [65] H. Jónsson, G. J. Elíasson, A. Jónsson, G. Eiríksdóttir, S. Sigurdsson, T. Aspelund, T. B. Harris, and V. Gudnason, "High hand joint mobility is associated with radiological CMC1 osteoarthritis: the AGES-Reykjavik study.," *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 17, no. 5, pp. 592–5, May 2009.
- [66] V. B. Kraus, Y.-J. Li, E. R. Martin, J. M. Jordan, J. B. Renner, M. Doherty, A. G. Wilson, R. Moskowitz, M. Hochberg, R. Loeser, M. Hooper, and S. Sundseth, "Articular hypermobility is a protective factor for hand osteoarthritis.," *Arthritis Rheum*, vol. 50, no. 7, pp. 2178–83, Jul. 2004.
- [67] M. J. Moulton, M. A. Parentis, M. J. Kelly, C. Jacobs, S. H. Naidu, and V. D. Pellegrini, "Influence of metacarpophalangeal joint position on basal joint-loading in the thumb.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 83-A, no. 5, pp. 709–16, May 2001.

- [68] M. Schöneberger and J. Koebke, "Rhizarthrosis and thenar muscles. A clinico-anatomic study.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 21, no. 4, pp. 182–8, Jul. 1989.
- [69] G. Moineau, J. Richou, M. Liot, and D. Le Nen, "Prognostic factors for the recovery of hand function following trapeziectomy with ligamentoplasty stabilisation.," *Orthop Traumatol Surg Res*, vol. 95, no. 5, pp. 352–8, Sep. 2009.
- [70] T. M. Florack, R. J. Miller, V. D. Pellegrini, R. I. Burton, and M. G. Dunn, "The prevalence of carpal tunnel syndrome in patients with basal joint arthritis of the thumb.," *J Hand Surg Am*, vol. 17, no. 4, pp. 624–30, Jul. 1992.
- [71] C. H. Shin, N. Paik, J. Lim, T. K. Kim, K. W. Kim, J. J. Lee, J. H. Park, G. H. Baek, and H. S. Gong, "Carpal tunnel syndrome and radiographically evident basal joint arthritis of the thumb in elderly Koreans.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 94, no. 16, pp. e1201–6, Aug. 2012.
- [72] G. S. Cook and D. H. Lalonde, "MOC-PSSM CME article: management of thumb carpometacarpal joint arthritis.," *Plast Reconstr Surg*, vol. 121, no. 1 Suppl, pp. 1–9, Jan. 2008.
- [73] O. A. Barron and L. W. Catalano, "Thumb basal joint arthritis.," in in *Wolfe, Hotchkiss, Pederson, Kozin: Green's Operative Hand Surgery. Sixth Edition. Elsevier Churchill Livingstone*, 2011, pp. 407–26.
- [74] M. S. Bednar, "Osteoarthritis of the hand and digits: thumb.," in in *Berger, Weiss: Hand surgery. 1st Edition. Lippincott Williams & Wilkins.*, 2003, pp. 1279–88.
- [75] S. V Gehrman, J. Tang, Z. M. Li, R. J. Goitz, J. Windolf, and R. a Kaufmann, "Motion deficit of the thumb in CMC joint arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 35, no. 9, pp. 1449–53, Sep. 2010.
- [76] R. W. Hwang and D. Ring, "Pain and disability related to osteoarthrosis of the trapeziometacarpal joint.," *J Hand Microsurg*, vol. 3, no. 2, pp. 63–5, Dec. 2011.
- [77] A. Kapandji, "Clinical test of apposition and counter-apposition of the thumb.," *Ann Chir Main*, vol. 5, no. 1, pp. 67–73, Jan. 1986.
- [78] T. L. Dela Rosa, M. C. Vance, and P. J. Stern, "Radiographic optimization of the Eaton classification.," *J Hand Surg Br*, vol. 29, no. 2, pp. 173–7, Apr. 2004.
- [79] R. G. Eaton and J. W. Littler, "Ligament Reconstruction for the Painful Thumb Carpometacarpal Joint.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 55, no. 8, pp. 1655–66, Dec. 1973.

- [80] J. M. Wolf, T. W. Oren, B. Ferguson, A. Williams, and B. Petersen, "The carpometacarpal stress view radiograph in the evaluation of trapeziometacarpal joint laxity.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 8, pp. 1402–6, Oct. 2009.
- [81] J. H. Kellgren and J. S. Lawrence, "Rheumatism in miners, part II: x-ray study.," *BMJ*, vol. 9, pp. 197–207, 1952.
- [82] N. J. Kubik and J. D. Lubahn, "Intrarater and interrater reliability of the Eaton classification of basal joint arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 27, no. 5, pp. 882–5, Sep. 2002.
- [83] E. R. North and R. G. Eaton, "Degenerative joint disease of the trapezium: a comparative radiographic and anatomic study.," *J Hand Surg Am*, vol. 8, no. 2, pp. 160–6, Mar. 1983.
- [84] M. F. Koff, O. F. Ugwonal, R. J. Strauch, M. P. Rosenwasser, G. a Ateshian, and V. C. Mow, "Sequential wear patterns of the articular cartilage of the thumb carpometacarpal joint in osteoarthritis," *J Hand Surg Am*, vol. 28, no. 4, pp. 597–604, Jul. 2003.
- [85] A. Badia, "Trapeziometacarpal arthroscopy: a classification and treatment algorithm.," *Hand Clin*, vol. 22, no. 2, pp. 153–63, May 2006.
- [86] S. Fuchs, R. Mönikes, A. Wohlmeiner, and T. Heyse, "Intra-articular hyaluronic acid compared with corticoid injections for the treatment of rhizarthrosis.," *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 14, no. 1, pp. 82–8, Jan. 2006.
- [87] G. K. Meenagh, J. Patton, C. Kynes, and G. D. Wright, "A randomised controlled trial of intra-articular corticosteroid injection of the carpometacarpal joint of the thumb in osteoarthritis.," *Ann Rheum Dis*, vol. 63, no. 10, pp. 1260–3, Oct. 2004.
- [88] B. E. Heyworth, J. H. Lee, P. D. Kim, C. B. Lipton, R. J. Strauch, and M. P. Rosenwasser, "Hylan versus corticosteroid versus placebo for treatment of basal joint arthritis: a prospective, randomized, double-blinded clinical trial.," *J Hand Surg Am*, vol. 33, no. 1, pp. 40–8, Jan. 2008.
- [89] F. Ingegnoli, A. Soldi, and P. L. Meroni, "Power Doppler sonography and clinical monitoring for hyaluronic Acid treatment of rhizarthrosis: a pilot study.," *J Hand Microsurg*, vol. 3, no. 2, pp. 51–4, Dec. 2011.
- [90] A. Wilhelm, "Zur Innervation der Gelenke der oberen Extremität.," *Z. Anat. Entwicklungsgesch.*, vol. 120, pp. 331–371, 1958.
- [91] A. Wilhelm, "Die Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen.," *Hefte Unfallheilkd.*, vol. 86, pp. 1–109, 1966.

- [92] J. Menon, "Arthroscopic management of trapeziometacarpal joint arthritis of the thumb.," *Arthroscopy*, vol. 12, no. 5, pp. 581–587, Oct. 1996.
- [93] R. A. Berger, "A technique for arthroscopic evaluation of the first carpometacarpal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 22, no. 6, pp. 1077–80, Nov. 1997.
- [94] E. F. Walsh, E. Akelman, B. C. Fleming, and M. F. DaSilva, "Thumb Carpometacarpal Arthroscopy: A Topographic, Anatomic Study of the Thenar Portal.," *J Hand Surg Am*, vol. 30, no. 2, pp. 373–9, Mar. 2005.
- [95] A. Badia, "Arthroscopy of the trapeziometacarpal and metacarpophalangeal joints.," *J Hand Surg Am*, vol. 32, no. 5, pp. 707–24, 2007.
- [96] J. M. Abzug and A. L. Osterman, "Arthroscopic hemiresection for stage II-III trapeziometacarpal osteoarthritis.," *Hand Clin*, vol. 27, no. 3, pp. 347–54, Aug. 2011.
- [97] S. G. Edwards and P. N. Ramsey, "Prospective outcomes of stage III thumb carpometacarpal arthritis treated with arthroscopic hemitrapeziectomy and thermal capsular modification without interposition.," *J Hand Surg Am*, vol. 35, no. 4, pp. 566–71, Apr. 2010.
- [98] T. Cobb, P. Sterbank, and J. Lemke, "Arthroscopic resection arthroplasty for treatment of combined carpometacarpal and scaphotrapeziotrapezoid (pantrapezial) arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 3, pp. 413–9, Mar. 2011.
- [99] G. Brunelli, L. Monini, and F. Brunelli, "Stabilisation of the trapezio-metacarpal joint.," *J Hand Surg Br*, vol. 14, no. 2, pp. 209–12, May 1989.
- [100] P. A. Rust and S. K. Y. Tham, "Ligament reconstruction of the Trapezial-metacarpal joint for early arthritis: a preliminary report.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 11, pp. 1748–52, Nov. 2011.
- [101] J. N. Wilson, "Basal osteotomy of the first metacarpal in the treatment of arthritis of the carpometacarpal joint of the thumb.," *Br J Surg*, vol. 60, no. 11, pp. 854–8, Nov. 1973.
- [102] J. L. Hobby, H. A. Lyall, and B. F. Meggitt, "First metacarpal osteotomy for trapeziometacarpal osteoarthritis.," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 80, no. 3, pp. 508–12, May 1998.
- [103] V. D. Pellegrini, M. Parentis, A. Judkins, J. Olmstead, and C. Olcott, "Extension metacarpal osteotomy in the treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis: a biomechanical study.," *J Hand Surg Am*, vol. 21, no. 1, pp. 16–23, Jan. 1996.

- [104] W. L. Parker, R. L. Linscheid, and P. C. Amadio, "Long-term outcomes of first metacarpal extension osteotomy in the treatment of carpal-metacarpal osteoarthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 33, no. 10, pp. 1737–43, Dec. 2008.
- [105] M. F. Koff, N. Shrivastava, T. R. Gardner, M. P. Rosenwasser, V. C. Mow, and R. J. Strauch, "An in vitro analysis of ligament reconstruction or extension osteotomy on trapeziometacarpal joint stability and contact area.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 3, pp. 429–39, Mar. 2006.
- [106] M. M. Tomaino, "Basal metacarpal osteotomy for osteoarthritis of the thumb.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 36, no. 6, pp. 1076–9, Jun. 2011.
- [107] T. Cheema, C. Salas, N. Morrell, L. Lansing, M. M. Reda Taha, and D. Mercer, "Opening wedge trapezial osteotomy as possible treatment for early trapeziometacarpal osteoarthritis: a biomechanical investigation of radial subluxation, contact area, and contact pressure.," *J Hand Surg Am*, vol. 37, no. 4, pp. 699–705, Apr. 2012.
- [108] A. B. Swanson, "Arthroplasty in traumatic arthritis of the joints of the hand.," *Orthop Clin North Am*, vol. 1, no. 2, pp. 285–98, Nov. 1970.
- [109] A. B. Swanson, "Disabling arthritis at the base of the thumb: treatment by resection of the trapezium and flexible (silicone) implant arthroplasty.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 54, no. 3, pp. 456–71, Apr. 1972.
- [110] I. Kessler, "Silicone arthroplasty of the trapezio-metacarpal joint.," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 55, no. 2, pp. 285–291, 1973.
- [111] A. Wilhelm, "Treatment of arthroses of the carpal bones and the first carpometacarpal joint with liquid silastic implants," *Handchirurgie*, vol. 11, no. 1, pp. 15–8, 1979.
- [112] A.K. Poppen and J. Niebauer, "'Tie-in' trapezium prosthesis: Long-term results.," *J Hand Surg Am*, vol. 3, no. 5, pp. 445–50, 1978.
- [113] W. Grange and B. Helal, "Replacement of the trapezium with a silicone rubber ball spacer.," *Hand*, vol. 15, no. 1, pp. 53–6, 1983.
- [114] A. B. Swanson, G. deGoot Swanson, and J. J. Watermeier, "Trapezium implant arthroplasty. Long-term evaluation of 150 cases.," *J Hand Surg Am*, vol. 6, no. 2, pp. 125–141, Mar. 1981.
- [115] H. G. van Cappelle, R. Deutman, and J. R. van Horn, "Use of the Swanson silicone trapezium implant for treatment of primary osteoarthritis: long-term results.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 83-A, no. 7, pp. 999–1004, Jul. 2001.

- [116] A. B. Swanson, G. de Groot Swanson, D. H. DeHeer, T. D. Pierce, K. Randall, J. M. Smith, and C. C. Van Gorp, "Carpal bone titanium implant arthroplasty. 10 years' experience.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 342, pp. 46–58, Sep. 1997.
- [117] S. H. Naidu, N. Kulkarni, and M. Saunders, "Titanium basal joint arthroplasty: a finite element analysis and clinical study.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 5, pp. 760–5, 2006.
- [118] A. Nilsson, M. Wiig, H. Alnehill, M. Berggren, S. Björnum, M. Geijer, P. Kopylov, and C. Sollerman, "The Artelon CMC spacer compared with tendon interposition arthroplasty.," *Acta Orthop*, vol. 81, no. 2, pp. 237–44, Apr. 2010.
- [119] M. Jörheim, I. Isaxon, M. Flondell, P. Kalén, and I. Atroshi, "Short-term outcomes of trapeziometacarpal artelon implant compared with tendon suspension interposition arthroplasty for osteoarthritis: a matched cohort study.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 8, pp. 1381–7, Oct. 2009.
- [120] A. Nilsson, E. Liljensten, C. Bergström, and C. Sollerman, "Results from a degradable TMC joint Spacer (Artelon) compared with tendon arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 30, no. 2, pp. 380–9, Mar. 2005.
- [121] R. Bell, S. Desai, H. House, T. O'Donovan, and A. K. Palmer, "A retrospective multicenter study of the Artelon carpometacarpal joint implant.," *Hand (N. Y.)*, vol. 6, no. 4, pp. 364–72, Dec. 2011.
- [122] S. Clarke, W. Hagberg, R. a Kaufmann, A. Grand, and R. Wollstein, "Complications with the use of Artelon in thumb CMC joint arthritis.," *Hand (N. Y.)*, vol. 6, no. 3, pp. 282–6, Sep. 2011.
- [123] J. de la Caffiniere and P. Aucouturier, "Trapezio-metacarpal arthroplasty by total prosthesis.," *Hand*, vol. 11, no. 1, pp. 41–6, 1979.
- [124] P. R. Guggenheim-Gloor, S. W. Wachtl, and G. R. Sennwald, "Prothetischer Ersatz des Daumensattelgelenkes mit einer zementierten Kugelgelenkprothese (de la Caffinière).," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 32, no. 2, pp. 134–7, Mar. 2000.
- [125] J. Lignon, J. P. Friol, and F. Chaise, "[The history of total trapeziometacarpal prostheses].," *Ann Chir Main*, vol. 9, no. 3, pp. 180–8, Jan. 1990.
- [126] J. Y. de la Caffinière, "Longevity factors in total trapezometacarpal prostheses.," *Chir Main*, vol. 20, no. 1, pp. 63–7, Feb. 2001.
- [127] P. Johnston, A. Getgood, D. Larson, A. J. Chojnowski, A. J. Chakrabarti, and P. G. Chapman, "De la Caffinière thumb trapeziometacarpal joint arthroplasty: 16-26 year follow-up.," *J Hand Surg Eur*, vol. 37, no. 7, pp. 621–4, Sep. 2012.

- [128] P.-J. Regnard, "Electra trapezio metacarpal prosthesis: results of the first 100 cases.," *J Hand Surg Br*, vol. 31, no. 6, pp. 621–8, Dec. 2006.
- [129] W. Daecke, K. Veyel, P. Wieloch, M. Jung, H. Lorenz, and A.-K. Martini, "Osseointegration and mechanical stability of pyrocarbon and titanium hand implants in a load-bearing in vivo model for small joint arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 1, pp. 90–7, Jan. 2006.
- [130] S. D. Cook, R. D. Beckenbaugh, J. Redondo, L. S. Popich, J. J. Klawitter, and R. L. Linscheid, "Long-term follow-up of pyrolytic carbon metacarpophalangeal implants.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 81, no. 5, pp. 635–48, May 1999.
- [131] J. S. Martinez de Aragon, S. L. Moran, M. Rizzo, K. B. Reggin, and R. D. Beckenbaugh, "Early outcomes of pyrolytic carbon hemiarthroplasty for the treatment of trapezium-metacarpal arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 2, pp. 205–12, Feb. 2009.
- [132] G. Szalay, C. Meyer, R. Kraus, C. Heiss, and R. Schnettler, "Die operative Versorgung der Rhizarthrose mittels Pyrocarbonspacer als Trapeziumersatz.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 41, no. 5, pp. 300–5, Oct. 2009.
- [133] J. van Rijn and T. Gosens, "A cemented surface replacement prosthesis in the basal thumb joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 35, no. 4, pp. 572–9, Apr. 2010.
- [134] G. M. Müller, "Arthrodesis of the trapezio-metacarpal joint for osteoarthritis.," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 31B, no. 4, pp. 540–542, Nov. 1949.
- [135] I. Proubasta, "Extra-articular arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb.," *Tech Hand Up Extrem Surg*, vol. 10, no. 1, pp. 25–30, Mar. 2006.
- [136] G. F. Klimo, R. B. Verma, and M. E. Baratz, "The treatment of trapeziometacarpal arthritis with arthrodesis.," *Hand Clin*, vol. 17, no. 2, pp. 261–70, May 2001.
- [137] H. B. Bamberger, P. J. Stern, T. R. Kiefhaber, J. J. McDonough, and R. M. Cantor, "Trapeziometacarpal joint arthrodesis: a functional evaluation.," *J Hand Surg Am*, vol. 17, no. 4, pp. 605–11, Jul. 1992.
- [138] O. Ishida and Y. Ikuta, "Trapeziometacarpal joint arthrodesis for the treatment of arthrosis.," *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, vol. 34, no. 3, pp. 245–8, Sep. 2000.
- [139] R. M. Cavallazzi and G. Spreafico, "Trapezio-metacarpal arthrodesis today: why?," *J Hand Surg Br*, vol. 11, no. 2, pp. 250–4, Jun. 1986.

- [140] M. Rizzo, S. L. Moran, and A. Y. Shin, "Long-term outcomes of trapeziometacarpal arthrodesis in the management of trapeziometacarpal arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 1, pp. 20–6, Jan. 2009.
- [141] D. B. Fulton and P. J. Stern, "Trapeziometacarpal arthrodesis in primary osteoarthritis: a minimum two-year follow-up study.," *J Hand Surg Am*, vol. 26, no. 1, pp. 109–14, Jan. 2001.
- [142] M. J. Forseth and P. J. Stern, "Complications of trapeziometacarpal arthrodesis using plate and screw fixation.," *J Hand Surg Am*, vol. 28, no. 2, pp. 342–5, Mar. 2003.
- [143] A. Damen, T. Dijkstra, B. van der Lei, W. F. den Dunnen, and P. H. Robinson, "Long-term results of arthrodesis of the carpometacarpal joint of the thumb.," *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, vol. 35, no. 4, pp. 407–13, Dec. 2001.
- [144] W. H. Gervis and T. Wells, "A review of excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapezio-metacarpal joint after twenty-five years.," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 55, no. 1, pp. 56–7, Feb. 1973.
- [145] P. C. Dell, T. M. Brushart, and R. J. Smith, "Treatment of trapeziometacarpal arthritis: results of resection arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 3, no. 3, pp. 243–9, May 1978.
- [146] N. Hollevoet, L. Kinnen, J. P. Moermans, and P. Ledoux, "Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint of the thumb.," *J Hand Surg Br*, vol. 21, no. 4, pp. 458–62, Aug. 1996.
- [147] W. H. Gervis, "Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapezio-metacarpal joint.," *J Bone Jt. Surg Br*, vol. 31B, no. 4, pp. 537–9, Nov. 1949.
- [148] R. Krein, M. Richter, and P. Brüser, "[Does Epping resection arthroplasty lead to loss of hand strength? A prospective study].," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 33, no. 3, pp. 171–5, May 2001.
- [149] G. Kriegs-Au, G. Petje, E. Fojtl, R. Ganger, and I. Zachs, "Ligament Reconstruction with or without Tendon Interposition to Treat Primary Thumb Carpometacarpal Osteoarthritis. A Prospective Randomized Study.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 86-A, no. 2, pp. 209–18, Feb. 2004.
- [150] A. H. Taghinia, A. a Al-Sheikh, and J. Upton, "Suture anchor suspension and fascia lata interposition arthroplasty for Basal joint arthritis of the thumb.," *Plast Reconstr Surg*, vol. 122, no. 2, pp. 497–504, Aug. 2008.
- [151] A. I. Froimson, "Tendon arthroplasty of the trapeziometacarpal joint.," *Clin Orthop Relat Res*, vol. 70, pp. 191–9, 1970.

- [152] J. Dargel, D. Pennig, H. P. Springorum, J. Koebke, P. Eysel, and J. W.-P. Michael, "Morphometric and biomechanical comparison of tendons used for interposition arthroplasty in carpometacarpal arthritis of the thumb.," *Hand Surg*, vol. 16, no. 1, pp. 43–7, Jan. 2011.
- [153] W. Epping and G. Noack, "Surgical treatment of the saddle joint arthrosis.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 15, no. 3, pp. 168–76, Sep. 1983.
- [154] A. Weilby and J. Søndorf, "Results following removal of silicone trapezium metacarpal implants.," *J Hand Surg Am*, vol. 3, no. 2, pp. 154–6, Mar. 1978.
- [155] A. Weilby, "Tendon interposition arthroplasty of the first carpo-metacarpal joint.," *J Hand Surg Br*, vol. 13, no. 4, pp. 421–5, Nov. 1988.
- [156] R. I. Burton and V. D. Pellegrini, "Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 11, no. 3, pp. 324–32, May 1986.
- [157] E. E. J. Raven, G. M. M. J. Kerkhoffs, S. Rutten, a J. W. Marsman, R. K. Marti, and G. H. R. Albers, "Long term results of surgical intervention for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: comparison of resection arthroplasty, trapeziectomy with tendon interposition and trapezio-metacarpal arthrodesis.," *Int Orthop*, vol. 31, no. 4, pp. 547–54, Aug. 2007.
- [158] R. Sigfusson and G. Lundborg, "Abductor pollicis longus tendon arthroplasty for treatment of arthrosis in the first carpometacarpal joint.," *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, vol. 25, no. 1, pp. 73–7, Jan. 1991.
- [159] O. Kaarela and T. Raatikainen, "Abductor pollicis longus tendon interposition arthroplasty for carpometacarpal osteoarthritis of the thumb.," *J Hand Surg Am*, vol. 24, no. 3, pp. 469–75, May 1999.
- [160] A. J. Kochevar, C. N. Adham, M. N. Adham, M. F. Angel, and M. D. Walkinshaw, "Thumb basal joint arthroplasty using abductor pollicis longus tendon: an average 5.5-year follow-up.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 8, pp. 1326–32, Aug. 2011.
- [161] D. M. Sammer and P. C. Amadio, "Description and Outcomes of a New Technique for Thumb Basal Joint Arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 35, no. 7, pp. 1198–205, Jul. 2010.
- [162] E. Y. Chang and K. C. Chung, "Outcomes of trapeziectomy with a modified abductor pollicis longus suspension arthroplasty for the treatment of thumb carpometacarpal joint osteoarthritis.," *Plast Reconstr Surg*, vol. 122, no. 2, pp. 505–15, Aug. 2008.

- [163] M. Sirotakova, A. Figus, and D. Elliot, "A New Abductor Pollicis Longus Suspension Arthroplasty.," *J Hand Surg Am*, vol. 32, no. 1, pp. 12–22, Jan. 2007.
- [164] L. E. Necking and O. Eiken, "ECRL-strip platy for metacarpal base fixation after excision of the trapezium.," *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, vol. 20, no. 2, pp. 229–33, Jan. 1986.
- [165] A. Ghavami and S. N. Oishi, "Thumb trapeziometacarpal arthritis: treatment with ligament reconstruction tendon interposition arthroplasty.," *Plast Reconstr Surg*, vol. 117, no. 6, p. 116e–28e, May 2006.
- [166] A. A. Illarramendi, J. G. Boretto, G. L. Gallucci, and P. De Carli, "Trapeziectomy and Intermetacarpal Ligament Reconstruction With the Extensor Carpi Radialis Longus for Osteoarthritis of the Trapeziometacarpal Joint: Surgical Technique and Long-Term Results.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 8, pp. 1315–21, Oct. 2006.
- [167] M. M. Tomaino, V. D. Pellegrini, and R. I. Burton, "Arthroplasty of the Basal Joint of the Thumb. Long-Term Follow-Up after Ligament Reconstruction with Tendon Interposition.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 77, no. 3, pp. 346–55, Mar. 1995.
- [168] M. M. Tomaino and K. Coleman, "Use of the Entire Width of the Flexor Carpi Radialis Tendon for the Ligament Reconstruction Tendon Interposition Arthroplasty Does Not Impair Wrist Function.," *Am J Orthop*, vol. 29, no. 4, pp. 283–4, Apr. 2000.
- [169] S. H. Naidu, J. Poole, and A. Horne, "Entire Flexor Carpi Radialis Tendon Harvest for Thumb Carpometacarpal Arthroplasty Alters Wrist Kinetics.," *J Hand Surg Am*, vol. 31, no. 7, pp. 1171–5, Sep. 2006.
- [170] M. Rab, A. Gohritz, T. Gohla, H. Krimmer, and U. Lanz, "Ergebnisse nach Resektions-Suspensions-Arthroplastik bei Rhizarthrose: Vergleich der Abductor pollicis longus- mit der Flexor carpi radialis-Sehnensuspension.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 38, no. 2, pp. 98–103, Apr. 2006.
- [171] P. Esenwein, D. Hoigne, V. Zdravkovic, and T. Sanchez, "Ein randomisierter prospektiver Vergleich der Verwendung der Abduktor pollicis longus-Sehne und der Flexor carpi radialis-Sehne bei der Resektions-Suspensions-Interpositions-Arthroplastik in der operativen Therapie der Rhizarthrose.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 43, no. 5, pp. 289–94, Oct. 2011.
- [172] Z. T. Kokkalis, G. Zanaros, R. W. Weiser, and D. G. Sotereanos, "Trapezium Resection With Suspension and Interposition Arthroplasty Using Acellular Dermal Allograft for Thumb Carpometacarpal Arthritis.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 6, pp. 1029–36, 2009.

- [173] J. Yao, D. a Zlotolow, R. Murdock, and M. Christian, "Suture button compared with K-wire fixation for maintenance of posttrapeziectomy space height in a cadaver model of lateral pinch.," *J Hand Surg Am*, vol. 35, no. 12, pp. 2061–5, Dec. 2010.
- [174] B. E. Heyworth, C. M. Jobin, J. T. Monica, S. a Crow, J. H. Lee, and M. P. Rosenwasser, "Long-term follow-up of basal joint resection arthroplasty of the thumb with transfer of the abductor pollicis brevis origin to the flexor carpi radialis tendon.," *J Hand Surg Am*, vol. 34, no. 6, pp. 1021–8, 2009.
- [175] C. A. Kuhns, E. T. Emerson, and R. A. Meals, "Hematoma and distraction arthroplasty for thumb basal joint osteoarthritis: a prospective, single-surgeon study including outcomes measures.," *J Hand Surg Am*, vol. 28, no. 3, pp. 381–9, May 2003.
- [176] B. Hohendorff, L. Staub, T. Kaiser, and U. von Wartburg, "Arbeitsfähigkeit nach Trapezium-Resektions-arthroplastik bei Rhizarthrose.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 40, no. 3, pp. 175–81, Jun. 2008.
- [177] S. S. Noland, S. Saber, R. Endress, and V. R. Hentz, "The scaphotrapezial joint after partial trapeziectomy for trapeziometacarpal joint arthritis: long-term follow-up.," *J Hand Surg Am*, vol. 37, no. 6, pp. 1125–9, Jun. 2012.
- [178] O. A. Barron and R. G. Eaton, "Save the trapezium: double interposition arthroplasty for the treatment of stage IV disease of the basal joint.," *J Hand Surg Am*, vol. 23, no. 2, pp. 196–204, Mar. 1998.
- [179] S. Gangopadhyay, H. McKenna, F. D. Burke, and T. R. C. Davis, "Five- to 18-year follow-up for treatment of trapeziometacarpal osteoarthritis: a prospective comparison of excision, tendon interposition, and ligament reconstruction and tendon interposition.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 37, no. 3, pp. 411–7, Mar. 2012.
- [180] R. J. Poulter and T. R. C. Davis, "Management of hyperextension of the metacarpophalangeal joint in association with trapeziometacarpal joint osteoarthritis.," *J Hand Surg Eur*, vol. 36, no. 4, pp. 280–4, May 2011.
- [181] I. Kessler, "A simplified technique to correct hyperextension deformity of the metacarpophalangeal joint of the thumb.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 61, no. 6A, pp. 903–5, Sep. 1979.
- [182] E. R. Zancolli and C. J. Perrotto, "New transfer for correction of thumb metacarpophalangeal hyperextension in cases with associated surgery for basal thumb osteoarthritis (transfer of the volar half of the abductor pollicis brevis).," *Tech Hand Up Extrem Surg*, vol. 15, no. 2, pp. 92–3, Jun. 2011.

- [183] R. G. Eaton and W. E. Floyd, "Thumb metacarpophalangeal capsulodesis: an adjunct procedure to basal joint arthroplasty for collapse deformity of the first ray.," *J Hand Surg Am*, vol. 13, no. 3, pp. 449–53, May 1988.
- [184] A. H. Schuurman and K. E. Bos, "Treatment of volar instability of the metacarpophalangeal joint of the thumb by volar capsulodesis.," *J Hand Surg Br*, vol. 18, no. 3, pp. 346–9, Jun. 1993.
- [185] I. C. Zouzas, M. A. Doft, A. Uzumcugil, and M. P. Rosenwasser, "Treatment of hyperextension deformity of the thumb metacarpophalangeal joint in basal joint arthritis: a novel technique based on an anatomic study.," *Tech Hand Up Extrem Surg*, vol. 15, no. 2, pp. 119–24, Jun. 2011.
- [186] G. M. Vermeulen, H. Slijper, R. Feitz, S. E. R. Hovius, T. M. Moojen, and R. W. Selles, "Surgical management of primary thumb carpometacarpal osteoarthritis: a systematic review.," *J Hand Surg Am*, vol. 36, no. 1, pp. 157–69, Jan. 2011.
- [187] M. a Mureau, R. P. Rademaker, J. a Verhaar, and S. E. Hovius, "Tendon interposition arthroplasty versus arthrodesis for the treatment of trapeziometacarpal arthritis: a retrospective comparative follow-up study.," *J Hand Surg Am*, vol. 26, no. 5, pp. 869–76, Sep. 2001.
- [188] B. J. Hartigan, P. J. Stern, and T. R. Kiefhaber, "Thumb carpometacarpal osteoarthritis: arthrodesis compared with ligament reconstruction and tendon interposition.," *J Bone Jt. Surg Am*, vol. 83-A, no. 10, pp. 1470–8, Oct. 2001.
- [189] J. Schröder, G. M. M. J. Kerkhoffs, H. J. Voerman, and R. K. Marti, "Surgical treatment of basal joint disease of the thumb: comparison between resection-interposition arthroplasty and trapezio-metacarpal arthrodesis.," *Arch Orthop Trauma Surg*, vol. 122, no. 1, pp. 35–8, Mar. 2002.
- [190] G. Germann, G. Wind, and A. Harth, "Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität.," *Handchir Mikrochir Plast Chir*, vol. 31, no. 3, pp. 149–52, May 1999.
- [191] P. Ghosh and D. Guidolin, "Potential mechanism of action of intra-articular hyaluronan therapy in osteoarthritis: are the effects molecular weight dependent?," *Semin Arthritis Rheum*, vol. 32, no. 1, pp. 10–37, Aug. 2002.
- [192] B. Helbig, "Operationen bei Sattelgelenkarthrose: Francobal-Endoprothese nach de la Caffinière," *Oper Orthop Traumatol*, vol. 1, pp. 109–15, 1989.

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Hermann Krimmer für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit.

Zudem gilt mein Dank Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Rainer H. Meffert für die Hilfe bei der Einreichung der Arbeit bei der Universität Würzburg. Den Verantwortlichen der Universität Würzburg danke ich für die Erlassung der Pflichtsemester und Annahme des Dissertationsvorhabens.

Des Weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. med. Ulrich Lanz, Herrn Prof. Dr. med. Jörg van Schoonhoven und Herrn Prof. Dr. med. Karl-Josef Prommersberger für die Überlassung der Patientendaten aus der Klinik für Handchirurgie Bad Neustadt/Saale.

01.01.14 – 30.06.14

Angestellter Facharzt, Plastische Chirurgie Ravensburg
(Prof. Dr. D. Kistler)

Seit 01.07.14

Niedergelassener Vertragsarzt in Ravensburg,
Nebentätigkeit als Oberarzt der Abteilung für Plastische
und Ästhetische Chirurgie, Krankenhaus St. Elisabeth OSK
Ravensburg